

УДК 504
УКПП ХХХХХХ
№ держреєстрації 0115U006533
ІНВ. №

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ОДЕКУ)
65016 Україна, м. Одеса, вул. Львівська, 15
тел. 32-67-35

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
д.геогр.н., проф. Ю.С. Тучковенко

25.12.2017

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО – ДОСЛІДНУ РОБОТУ
РОЗРОБКА СКЛАДОВИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ
РІВНЯ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ
(остаточний)

Науковий керівник
к.геогр.н., доцент

А.І. Волков

2017

Рукопис закінчено 1 грудня 2017 р.

Результати цієї роботи розглянуто науково-технічною радою ОДЕКУ:
Протокол від _____ 2017 р. № __.

СПИСОК АВТОРІВ

Д.г.-м.н., професор	Сафранов Т.А. (розділ 10)
К.геогр.н., доцент	Волков А.І. (розділи 10, 11, 12, 13)
К.геогр.н., доцент	Чугай А.В. (розділ 1)
К.х.н.	Вовкодав Г.М. (розділ 2)
К.геогр.н., доцент	Романчук М.Є. (розділ 3)
К.геогр.н., доцент	Ільїна В.Г. (розділи 5, 6)
К.х.н., доцент	Шанїна Т.П. (розділи 7, 8.2)
К.геогр.н., доцент	Приходько В.Ю. (розділ 8.1)
К.геогр.н., доцент	Полетаєва Л.М. (розділ 9)
Ст. викладач	Грабко Н.В. (розділ 4)
Ст. викладач	Фролова Н.М. (розділ 4)
Ст. викладач	Наконечна З.В. (розділи 5, 6)
Магістрант	Сердега І.Л. (розділ 1.1)

Магістрант	Патраман Х.С. (розділ 1.2)
Магістрант	Шатохіна І.В. (розділ 1.3)
Магістрант	Ковальчук Н.С. (розділ 3)
Магістрант	Михальчук К.В. (розділ 3)
Магістрант	Трандафіл М.Ф. (розділ 5)
Магістрант	Бабаніна К.В. (розділ 6)
Магістрант	Михайленко В.І. (розділ 7)
Магістрант	Філатова О.А. (розділ 8.2)
Нормоконтроль	Малацковська С.В.

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 172 с., 68 рис., 24 табл., 132 джерела.

Об'єкт дослідження – природне середовище південних регіонів України.

Мета роботи – комплексна оцінка стану та якості природного середовища досліджуваної території, де склалася складна екологічна ситуація.

Методика дослідження – розробка складових геоінформаційної системи, що може бути застосована для систематизації інформації і аналізу рівня техногенного навантаження на довкілля на прикладі південних регіонів України, та розробка відповідного інформаційного банку просторово-координованих даних задля оптимізації використання природних ресурсів і подальшої оптимізації природоохоронної діяльності.

Короткий опис роботи:

Розділ 1: Виконано аналіз та оцінку якості повітряного басейну і техногенного навантаження на атмосферне повітря окремих південних регіонів України.

Розділ 2: Проаналізовано склад природних вод промислового району.

Розділ 3: Розглянуто проблеми питного водопостачання Одеського регіону, виконано оцінку якості вод.

Розділ 4: Проаналізовано зв'язок якості бюветної питної води м. Одеса із показниками захворюваності.

Розділ 5: Виконана екотоксикологічна оцінка застосування пестицидів на території Херсонської області.

Розділ 6: Розглянуто вплив умов зрошення на накопичення радіонуклідів у сільськогосподарських рослинах.

Розділ 7: Розглянуто основні джерела ненавмисного утворення стійких органічних забруднювачів, визначено орієнтовні кількості речовин, що утворюються, при різних процесах.

Розділ 8: Розглянуто питання комплексних екологічних досліджень проблеми утворення відходів.

Розділ 9: Проаналізовано екологічні екстерналії використання туристично-рекреаційного потенціалу Одеського узбережжя.

Розділ 10: Розглянуті питання впливу змін температурного режиму на рекреаційно-туристичну діяльність в різних регіонах України.

Розділ 11: Оцінено можливі перспективи застосування ГІС інструментів в задачах природокористування.

Розділ 12: Надано опис моделі ГІС інструментів для вирішення питань раціонального природокористування.

Розділ 13: Наведено приклад реалізації ГІС інструментів у питаннях охорони навколишнього природного середовища.

СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ,
ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ, ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, РЕГІОНИ
УКРАЇНИ, ТЕХНОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ

Умови одержання звіту: за договором. Адреса: 65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15, ОДЕКУ.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень	8
Вступ	9
1 Аналіз якості повітряного басейну окремих міст	10
1.1 Оцінка метеорологічного потенціалу забруднення атмосфери міст Одеса та Миколаїв	10
1.2 Забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я специфічними забруднюючими речовинами	17
1.3 Оцінка техногенного навантаження на повітряний басейн Одеської області	29
2 Характеристика іонного складу природних вод промислового району на прикладі Кирилівського родовища	47
3 Проблеми питного водопостачання в межах Одеського регіону	53
4 Якість бюветної питної води в м. Одеса і захворюваність населення на хвороби системи кровообігу	58
5 Екотоксикологічна оцінка застосування пестицидів в умовах Херсонської області	70
6 Моделювання швидкості накопичення радіонуклідів у сільськогосподарських рослинах під впливом зрошення в умовах Одеської області	76
7 Основні джерела ненавмисного утворення стійких органічних забруднюючих речовин (на прикладі м. Одеса)	83
7.1 Ненавмисне утворення СОЗР при спалюванні органічного палива	84
7.2 Ненавмисне утворення СОЗР при виробництві будівельних матеріалів	87
7.3 Ненавмисне утворення СОЗР при відкритому складуванні ТПВ ...	89

7.4 Ненавмисне утворення СОЗР при роботі коптилень	90
7.5 Ненавмисне утворення СОЗР при функціонуванні крематоріїв	91
7.6 Ненавмисне утворення СОЗР при курінні сигарет	92
7.7 Ненавмисне утворення СОЗР при роботі міської каналізації	92
8 Комплексні екологічні дослідження проблеми відходів	97
8.1 Дослідження на регіональному рівні	97
8.2 Кластеризація як необхідна умова вирішення проблеми поводження з ТПВ	103
9 Екологічні екстерналії використання туристично-рекреаційного потенціалу Одеського узбережжя	115
10 Можливий вплив змін температурного режиму на рекреаційно-туристичну діяльність в регіонах України	118
11 Перспективи застосування геоінформаційних інструментів в задачах раціонального природокористування	133
12 Опис моделі геоінформаційних інструментів	143
13 Програмна реалізація ГІС інструментів і прикладні аспекти застосування	148
Висновки	157
Перелік джерел посилань	159

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АБЗ – асфальтобетонний завод

АЕТІ – агроекотоксикологічний індекс

АМ – активний мул

ВМР – вторинні матеріальні ресурси

ГДЗ – гранично допустиме забруднення

ГДК – гранично допустима концентрація

ГІС – геоінформаційні системи

ГПС – газоповітряна суміш

ЕЕТ – еквівалентно-ефективна температура

ЗР – забруднююча речовина

ІЗА – індекс забруднення атмосфери

ІКТ – інформаційно-комунікаційна технологія

КІЗА – комплексний індекс забруднення атмосфери

МГЕЗК – Міжурядова група експертів зі зміни клімату

МПЗА – метеорологічний потенціал забруднення атмосфери

МТН – модуль техногенного навантаження

НПС – навколишнє природне середовище

НС – навколишнє середовище

ОЕСР – організація економічного співробітництва та розвитку

ПЗ – показник забруднення

ПК – природокористування

ПТС – природно-технічна система

РТД – рекреаційно-туристична діяльність

СВ – стічні води

СОЗР – стійкі органічні забруднюючі речовини

СППР – система підтримки прийняття рішень

ТПВ – тверді побутові відходи

ФЕ – фактор емісії

ВСТУП

Проблеми управління якістю навколишнього середовища завжди були пов'язані із необхідністю аналізу просторово розподіленої інформації та розробкою відповідного картографічного матеріалу. В наш час завдяки швидкому розвитку інформаційних технологій вирішення цієї проблеми можливо здійснювати на новому якісному рівні.

Сучасні інформаційні технології надають можливість доступу до безлічі інструментів, певна кількість яких зосереджена у географічних інформаційних системах. Слід зазначити, що управління навколишнім середовищем – це просторова задача, оскільки вихідна інформація представляється у двох аспектах: географічна прив'язка та відповідний фізичний зміст характеристик якості довкілля.

Метою роботи є комплексна оцінка стану та якості природного середовища досліджуваної території, де склалася складна екологічна ситуація.

Головною задачею визначено розробка складових геоінформаційної системи, що може бути застосована для систематизації інформації і аналізу рівня техногенного навантаження на довкілля на прикладі південних регіонів України, та розробка відповідного інформаційного банку просторово-координованих даних задля оптимізації використання природних ресурсів і подальшої оптимізації природоохоронної діяльності.

В роботі розглянуті окремі питання аналізу рівня антропогенного навантаження на природні середовища деяких регіонів України, а також перспективи застосування геоінформаційних інструментів в задачах раціонального природокористування.

1 АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ ОКРЕМИХ МІСТ

1.1 Оцінка метеорологічного потенціалу забруднення атмосфери міст Одеса та Миколаїв

Для можливості оцінки впливу метеорологічних умов на процеси забруднення атмосфери й, відповідно, її самоочищення в рамках даної роботи було обрано найбільш відому методику, яка базується на комплексі розповсюдження метеорологічних даних. Дана методика орієнтує на визначення метеорологічного потенціалу забруднення атмосфери (*МПЗА*), який використовується для врахування впливу поточних метеорологічних умов на формування рівня забруднення атмосфери в промислових містах [1].

Згідно методологічного підходу розрахунок *МПЗА* проводився за формулою:

$$МПЗА = (P_{сл} + P_m) / (P_o + P_e), \quad (1.1)$$

де *МПЗА* – метеорологічний потенціал забруднення атмосфери;

$(P_{сл} + P_m)$ – фактори, що сприяють забрудненню атмосфери;

$(P_o + P_e)$ – фактори, що сприяють розсіюванню домішок в атмосфері;

$P_{сл}$ – повторюваність днів зі швидкістю вітру менше 1 м/с;

P_m – повторюваність днів із туманами;

P_o – повторюваність днів із опадами понад 0,5 мм;

P_e – повторюваність днів із швидкістю вітру понад 6 м/с.

Повторюваність днів з тим чи іншим метеорологічним параметром визначалась по кількості днів спостереження за кожний місяць досліджень.

Для можливості проведення розрахунків *МПЗА* була сформована база кліматичних даних для м. Одеса. Аналіз проводився за 2012 – 2015 рр. з

урахуванням подальшого порівняльного аналізу значень *МПЗА* з концентраціями окремих забруднюючих речовин (ЗР).

Графічне відображення динаміки зміни розрахункових значень *МПЗА* за місяцями та роками наведено на рис. 1.1 – 1.5.

Згідно методологічного підходу [2], метеорологічні умови в атмосфері за їх впливом на розсіювання домішок ранжуються наступним чином:

- при значеннях $МПЗА < 0,8$ – сприятливі умови;
- при значеннях $0,8 \geq МПЗА \leq 1,2$ – буферна зона
- при значеннях $1,2 < МПЗА \leq 2,4$ – несприятливі умови;
- при значеннях $МПЗА > 2,4$ – дуже несприятливі умови.

Результати проведених розрахунків значень *МПЗА* для м. Одеса показали, що найбільш несприятливі умови щодо розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері й, відповідно, підвищення її забруднення не спостерігалися в жодному із досліджуваних років.

Періоди, які характеризувалися несприятливими умовами щодо самоочищення атмосфери, були зафіксовані:

2012 рік – у вересні;

2013 рік – у травні;

2016 рік – у липні.

Аналіз розрахованих середньорічних значень *МПЗА* м. Одеса у період 2012 – 2016 рр. (рис.1.6 і табл. 1.1) показав наступне:

- практично весь досліджуваний період характеризується переважно метеорологічними умовами, що сприяють самоочищенню атмосфери завдяки, передусім, достатній кількості днів із опадами порівняно із іншими періодами року;
- погіршення *МПЗА* в осінній (2012 р.), весняний (2013 р.) та літній (2016 р.) періоди відбувається за рахунок значної кількості днів з туманами, мрякою, димкою, а також у періоди відсутності необхідної кількості опадів для виведення забруднюючих речовин з атмосфери.

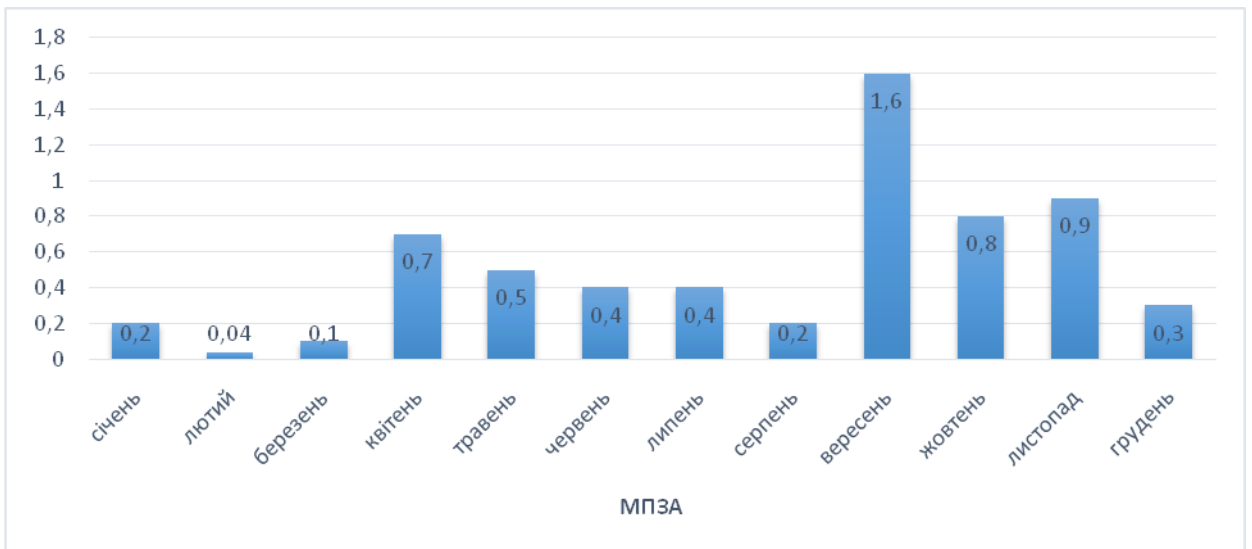


Рисунок 1.1 – Динаміка змін значень МПЗА для м. Одеси у 2012 р.

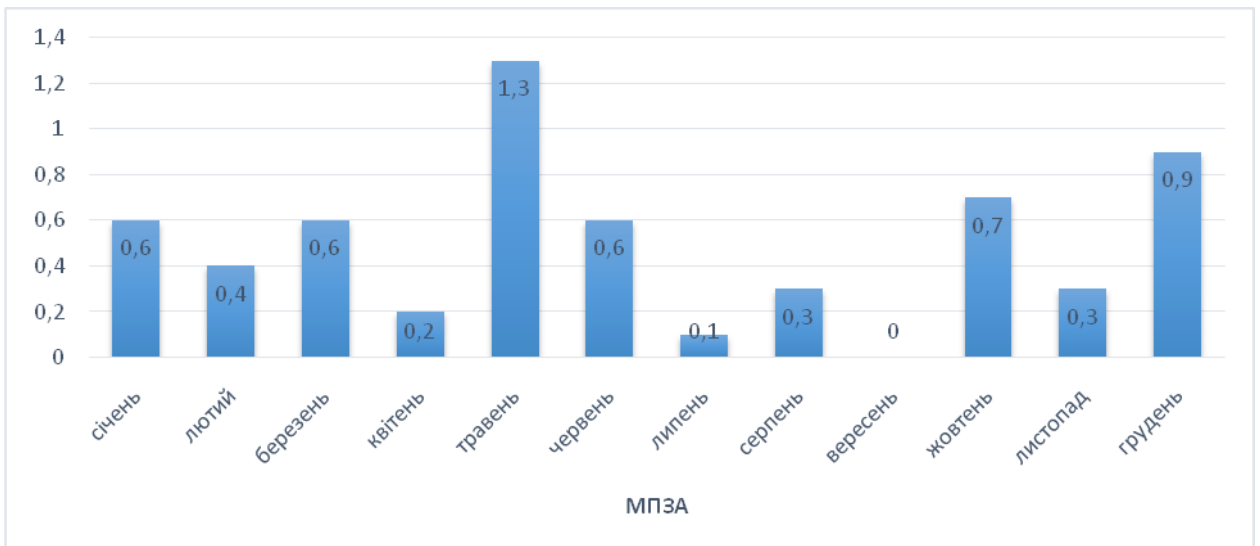


Рисунок 1.2 – Динаміка змін значень МПЗА для м. Одеси у 2013 р.

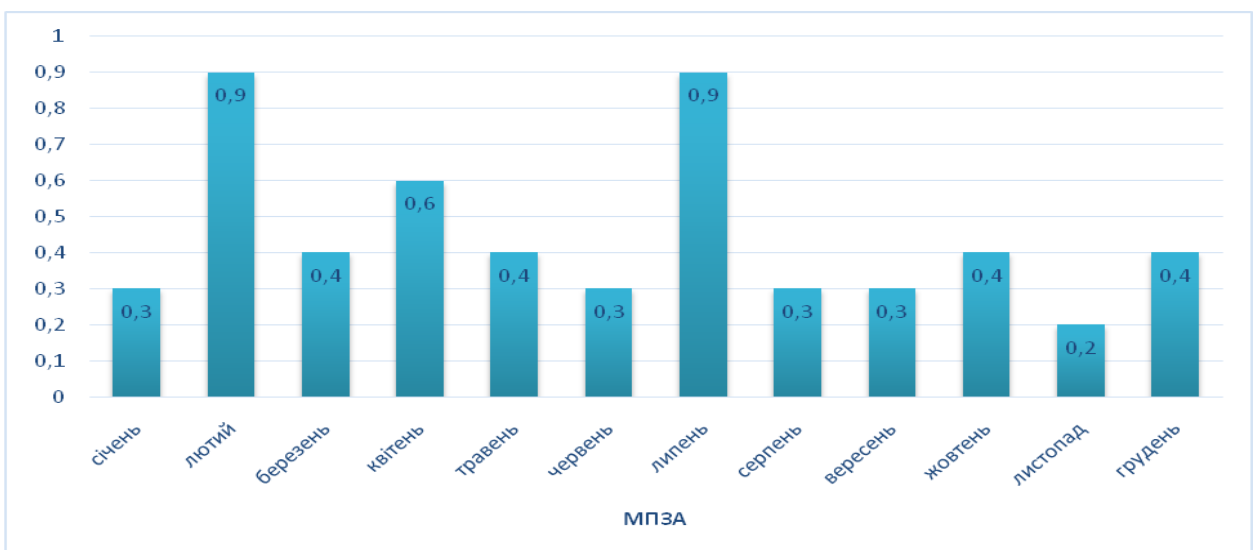


Рисунок 1.3 – Динаміка змін значень МПЗА для м. Одеси у 2014 р.

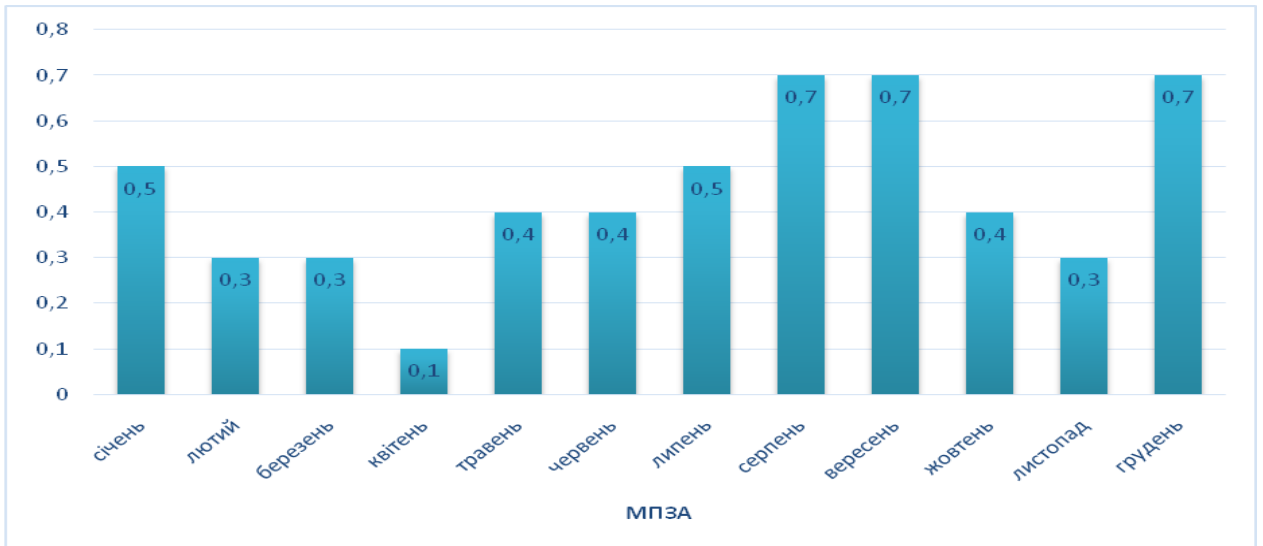


Рисунок 1.4 – Динаміка змін значень МПЗА для м. Одеси у 2015 р.

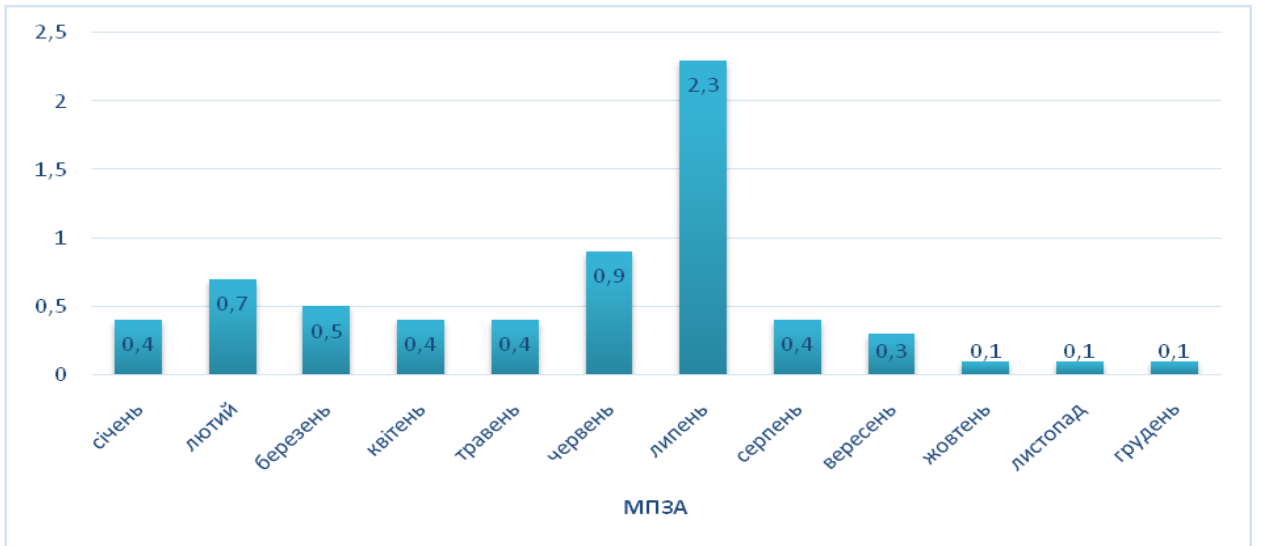


Рисунок 1.5 – Динаміка змін значень МПЗА для м. Одеси у 2016 р.

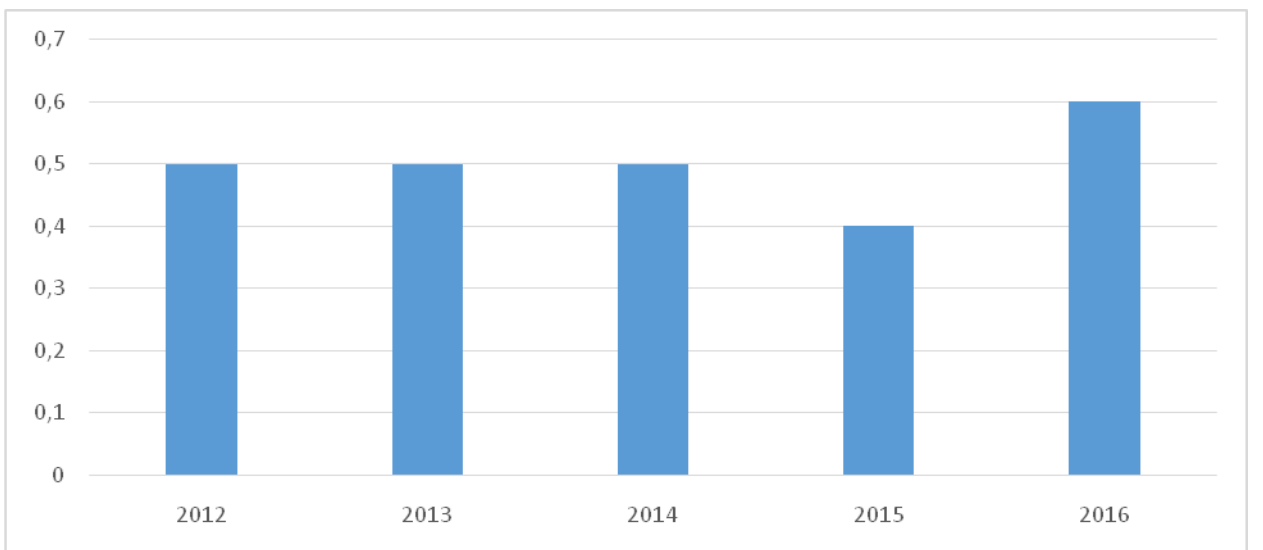


Рисунок 1.6 – Середньорічні значення МПЗА м. Одеса у 2012 – 2016 рр.

Таблиця 1.1 – Динаміка зміни середньорічних значень *МПЗА* м. Одеса у 2012 – 2016 рр.

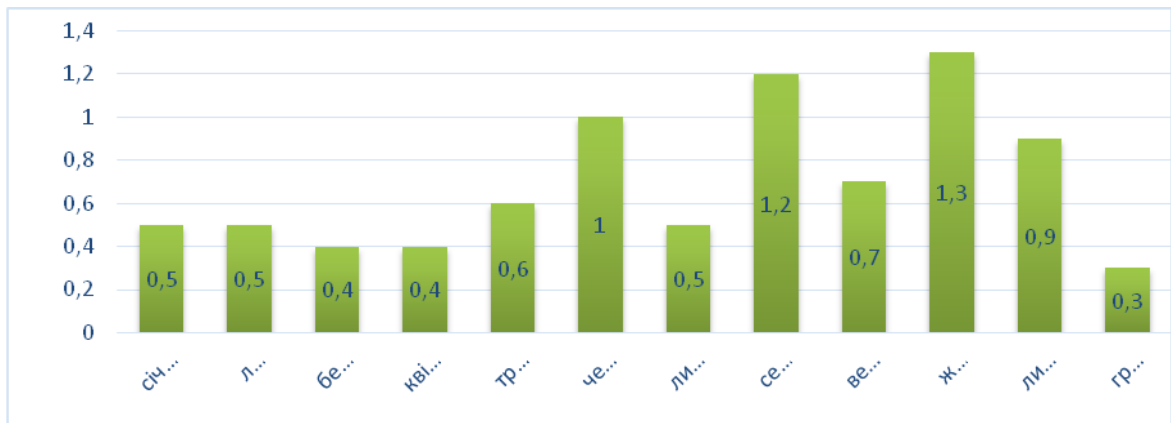
Місяці	Значення <i>МПЗА</i> за роками				
	2012	2013	2014	2015	2016
Січень	0,2	0,6	0,3	0,5	0,4
Лютий	0,04	0,4	0,9	0,3	0,7
Березень	0,1	0,6	0,4	0,3	0,5
Квітень	0,7	0,2	0,6	0,1	0,4
Травень	0,5	1,3	0,4	0,4	0,4
Червень	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9
Липень	0,4	0,1	0,9	0,5	2,3
Серпень	0,2	0,3	0,3	0,7	0,4
Вересень	1,6	0	0,3	0,7	0,3
Жовтень	0,8	0,7	0,4	0,4	0,1
Листопад	0,9	0,3	0,2	0,3	0,1
Грудень	0,3	0,9	0,4	0,7	0,1

	сприятливі умови $МПЗА < 0,8$
	буферна зона $0,8 \geq МПЗА \leq 1,2$
	несприятливі умови $1,2 < МПЗА \leq 2,4$

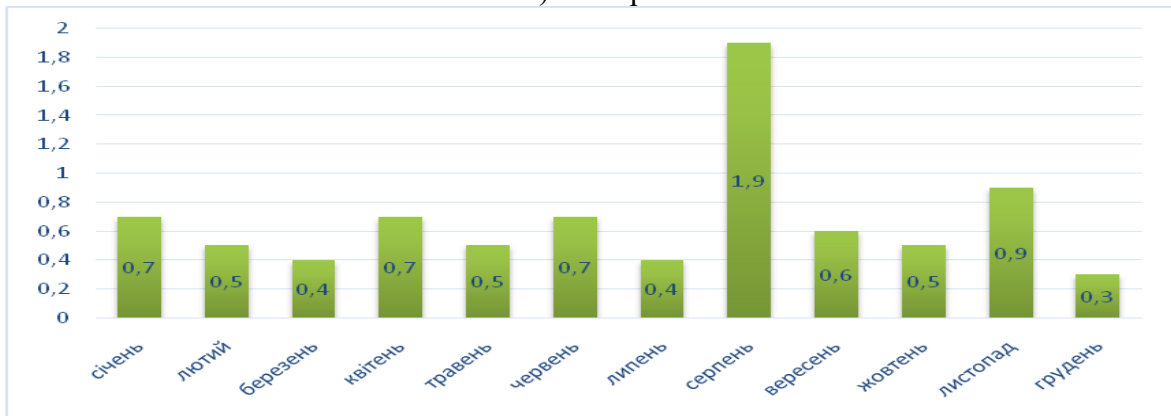
Для м. Миколаїв аналогічний аналіз проводився за 2008 – 2011 рр. Графічне відображення динаміки зміни розрахованих значень *МПЗА* по роках наведено на рис. 1.7.

Аналіз отриманих значень *МПЗА* м. Миколаїв за (рис. 1.8 і табл. 1.2) показав:

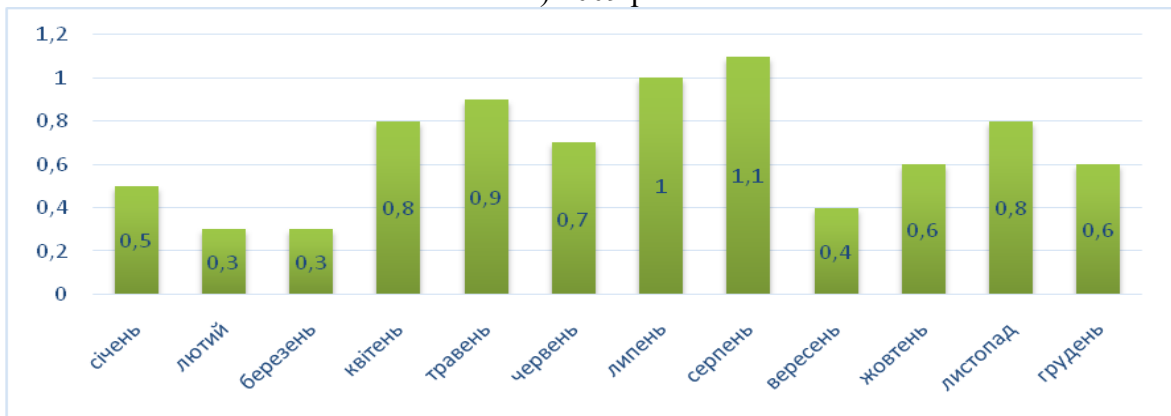
- практично весь досліджуваний період характеризується переважно метеорологічними умовами, що сприяють самоочищенню атмосфери завдяки, передусім, достатній кількості днів із опадами;



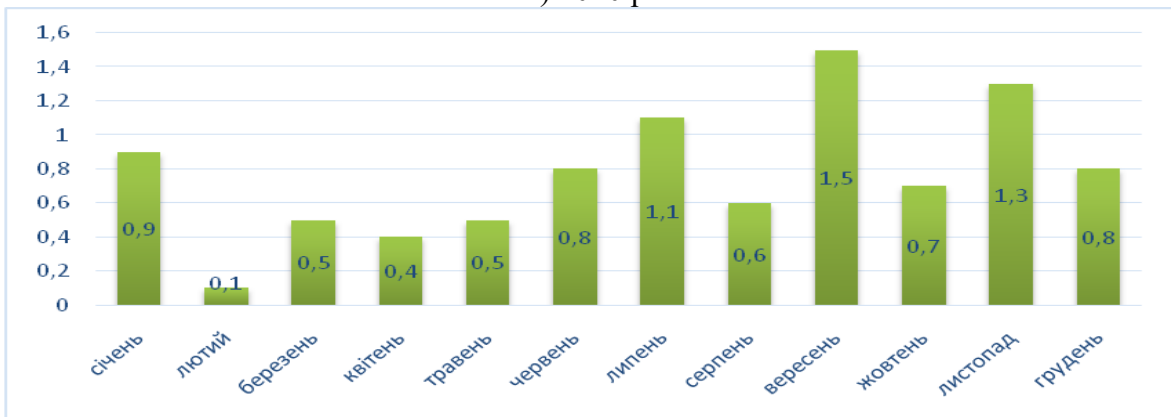
а) 2008 р.



б) 2009 р.



в) 2010 р.



г) 2011 р.

Рисунок 1.7 – Динаміка зміни МПЗА м. Миколаїв у 2008 – 2011 рр.

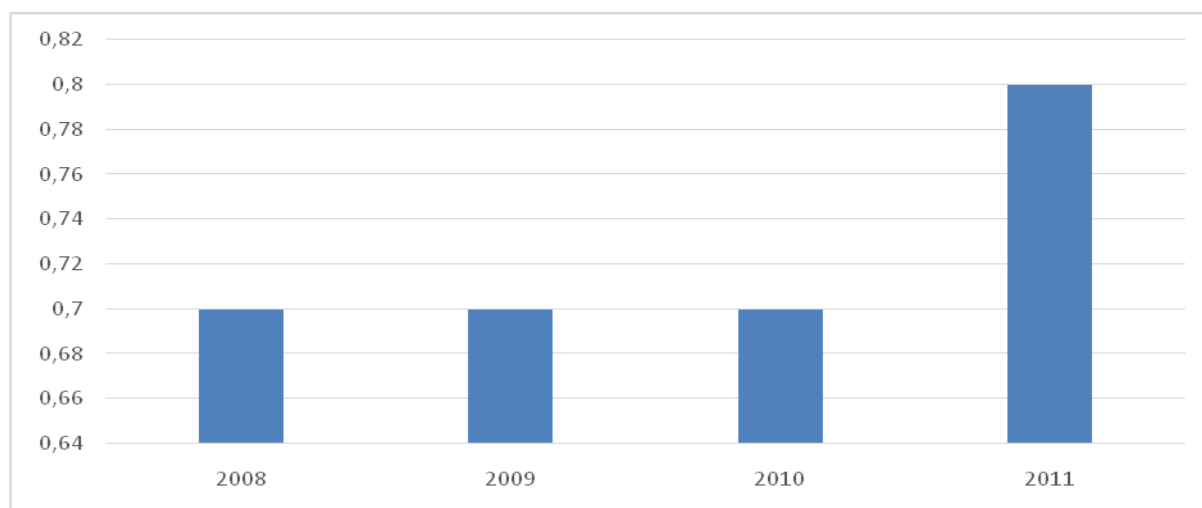


Рисунок 1.8 – Середньорічні значення МПЗА м. Миколаїв у 2008 – 2011 рр.

Таблиця 1.2 – Динаміка зміни середньорічних значень МПЗА м. Миколаїв у 2008 – 2011 рр.

Місяці	Значення МПЗА за роками			
	2008	2009	2010	2011
Січень	0,5	0,7	0,5	0,9
Лютий	0,5	0,5	0,3	0,1
Березень	0,4	0,4	0,3	0,5
Квітень	0,4	0,7	0,8	0,4
Травень	0,6	0,5	0,9	0,5
Червень	1,0	0,7	0,7	0,8
Липень	0,5	0,4	1,0	1,1
Серпень	1,2	1,9	1,1	0,6
Вересень	0,7	0,6	0,4	1,5
Жовтень	1,3	0,5	0,6	0,7
Листопад	0,9	0,9	0,8	1,3
Грудень	0,3	0,3	0,6	0,8
	сприятливі умови МПЗА < 0,8			
	буферна зона $0,8 \geq \text{МПЗА} \leq 1,2$			
	несприятливі умови $1,2 < \text{МПЗА} \leq 2,4$			

- ці періоди були зафіксовані у 2008 р. з січня по травень, у липні, вересні та грудні; у 2009 р. у всі місяці, крім серпня та листопада; у 2010 р. у січні, лютому, березні, червні, вересні, жовтні та грудні, у 2011 р. у лютому, березні, квітні, травні, серпні та жовтні;
- погіршення *МПЗА* в осінній (2008, 2011 рр.) та літній (2009 р.) періоди відбувається за рахунок значної кількості днів з туманами, мрякою, димкою, а також у періоди відсутності необхідної кількості опадів для виведення забруднюючих речовин з атмосфери.

Таким чином, періодом, який стабільно супроводжується найбільш несприятливими умовами щодо розсіювання домішок в атмосфері, є весняний, літній та осінній періоди. Це зумовлено такими факторами як відсутність опадів або їх невелика кількість та практична відсутність днів із вітрами понад 6 м/с.

1.2 Забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я специфічними забруднюючими речовинами

Області Північно-Західного Причорномор'я є районом унікальних рекреаційних ресурсів і туризму, санаторного лікування і курортного відпочинку, розвитку морського транспорту і суднобудування, вирощування зерна і винограду. До зазначеної території входять Одеська, Миколаївська та Херсонська області.

Район є найбільшим за площею в Україні. Він займає південну приморську (причорноморську і приазовську) територію країни. Його промислове виробництво зосереджується переважно в портових містах [3].

За даними «Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні» [4] обсяги викидів ЗР в атмосферне повітря в даних

регіонах порівняно з іншими незначні. Але поряд з цим у 2012 р. мм. Одеса, Миколаїв та Херсон увійшли до списку міст з найбільшим рівнем забруднення атмосферного повітря. Високий рівень забруднення повітря в цих містах пов'язаний, в тому числі, і із значними середньорічними концентраціями специфічних ЗР – формальдегіду, фенолу, бенз(а)пірену, фтористого водню тощо [4].

Метою роботи був аналіз рівня забруднення повітряного басейну міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я окремими специфічними домішками. Деякі результати оцінки рівня забруднення були висвітлені у роботах [5 – 8].

В якості вихідних даних дослідження в роботі використані дані «Екологічних паспортів» областей та «Регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища» за 2003 – 2015 рр. [9 – 16], а також матеріали спостережень, надані Гідрометцентром Чорного та Азовського морів, Миколаївським і Херсонським обласними центрами з гідрометеорології.

В роботі використані методи статистичного та порівняльного аналізу для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря регіонів дослідження. Розглянуто два показники – індекс забруднення атмосфери (*ІЗА*) і показник забруднення (*ІЗ*).

ІЗА окремою домішкою розраховується за формулою:

$$I = \left(\frac{\bar{q}}{ГДК_{cd}} \right) C_i, \quad (1.2)$$

де C_i – константа, що набуває значень 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно для 1; 2; 3; 4-го класу небезпеки речовини і дозволяє привести ступінь шкідливості i -ої речовини до ступеня шкідливості діоксиду сірки.

Вважається, що при $ІЗА \leq 1$ якість повітря за вмістом окремої ЗР відповідає санітарно-гігієнічним вимогам.

Комплексний *ІЗА* (*КІЗА*) – це кількісна характеристика рівня забруднення атмосфери, утвореного *n* речовинами, що присутні в атмосфері міста. *КІЗА* розраховується за формулою:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\bar{q}}{ГДК_{сд}} \right) C_{i i})_n, \quad (1.3)$$

де \bar{q} – осереднена за часом (місяць або рік), розрахована для поста, міста або групи міст концентрація *i*-ої домішки;
i – домішка.

Для інтегральної оцінки рівня забруднення атмосфери за допомогою *КІЗА* можна використати значення одиничних індексів *ІЗА* тих п'яти ЗР, для яких ці значення найбільші. Тобто

$$I_5 = \sum_{i=1}^5 I_i. \quad (1.4)$$

Величина I_5 менше 2,5 відповідає чистій атмосфері; від 2,5 до 7,5 – слабо забрудненій; від 7,6 до 12,5 – забрудненій; від 12,6 до 22,5 – сильно забрудненій; від 22,6 до 52,5 – високо забрудненій; більше 52,5 – екстремально забрудненій атмосфері [17].

Згідно з [18], для оцінки й аналізу стану забруднення повітряного басейну також можна використовувати і показник гранично допустимого забруднення (*ГДЗ*) – відносний інтегральний критерій оцінки забруднення атмосферного повітря населених пунктів, що характеризує інтенсивність і характер сумісної дії всієї сукупності присутніх в ньому шкідливих домішок. *ГДЗ* розраховується для кожного випадку на основі визначених експериментально і затверджених в установленому порядку коефіцієнтів комбінованої дії ($K_{кд}$), які відображають характер сумісної біологічної дії одночасно присутніх в атмосферному повітрі ЗР (сумація, посилення,

ослаблення або незалежна дія). Його цифрове значення встановлюється експериментальним (або розрахунковим) шляхом і виражається в частках від індивідуальних $ГДК$ ЗР. $ГДЗ$ розраховується за формулою

$$ГДЗ = K_{кд} \cdot 100 \% . \quad (1.5)$$

Оцінка фактичного або прогнозного (розрахункового) рівня забруднення атмосферного повітря проводиться шляхом зіставлення $ПЗ$ однією речовиною або сумарного показника забруднення ($\Sigma ПЗ$) сумішшю речовин з показником $ГДЗ$. Допустимим визнається рівень, який не перевищує $ГДЗ$.

Показник фактичного або прогнозного забруднення атмосферного повітря однією речовиною розраховується за формулою

$$ПЗ = \frac{C}{ГДК} \cdot 100\% . \quad (1.7)$$

Оцінка забруднення атмосферного повітря проводиться з урахуванням кратності перевищення $ПЗ$ їх нормативного значення ($ГДЗ$) і включає визначення рівня забруднення (допустимий, недопустимий) і ступеня його небезпеки (безпечний, слабо небезпечний, помірно небезпечний, небезпечний, дуже небезпечний) згідно з табл. 1.3.

Відомо, що основним антропогенним джерелом утворення формальдегіду в атмосферному повітрі є викиди вихлопних газів автотранспорту, особливо продуктів неповного згоряння палива, до яких відноситься оксид вуглецю. Тому нами була зроблена спроба виявити зв'язок між вмістом в атмосферному повітрі вказаних ЗР. З цією метою була застосована методика кореляційного аналізу.

Таблиця 1.3 – Оцінка забруднення атмосферного повітря [18]

Рівень забруднення	Ступінь небезпеки	Кратність перевищення <i>ГДЗ</i>	Відсоток випадків перевищення <i>ГДЗ</i>
Допустимий	Безпечний	< 1	0
Недопустимий	Слабко небезпечний	> 1 - 2	> 0 - 4
Недопустимий	Помірно небезпечний	> 2 - 4,4	> 4 - 10
Недопустимий	Небезпечний	> 4,4 - 8	> 10 - 25
Недопустимий	Дуже небезпечний	> 8	> 25

На рис. 1.9 наведено порівняльний графік значень *ПЗ* формальдегідом. Виявлено, що максимальний рівень забруднення за весь період дослідження відзначався у м. Одеса, мінімальний – у м. Херсон та Ізмаїл. Це може бути спричинено викидами від пересувних джерел, які є основними джерелами забруднення повітряного басейну міст, що розглядаються. Виходячи з отриманих даних було виконано оцінку забруднення повітря досліджуваних міст формальдегідом (табл. 1.4). У всіх містах, крім м. Ізмаїл, відзначається єдиний рівень забруднення – «неприпустимий», та ступінь небезпечності – «дуже небезпечний», в м. Ізмаїл рівень забруднення – «припустимий», ступінь небезпечності – «безпечний».

Спостереження за забрудненням фенолом ведуться у двох містах – Херсон та Одеса. На рис. 1.10 наведено порівняльний графік значень *ПЗ* фенолом. Видно, що максимальний рівень забруднення у більшості років відзначався у м. Одеса. У табл. 1.5 наведено результати оцінки забруднення атмосферного повітря фенолом. В обох містах рівень забруднення класифікувався як «неприпустимий», ступінь небезпечності – «дуже небезпечний».

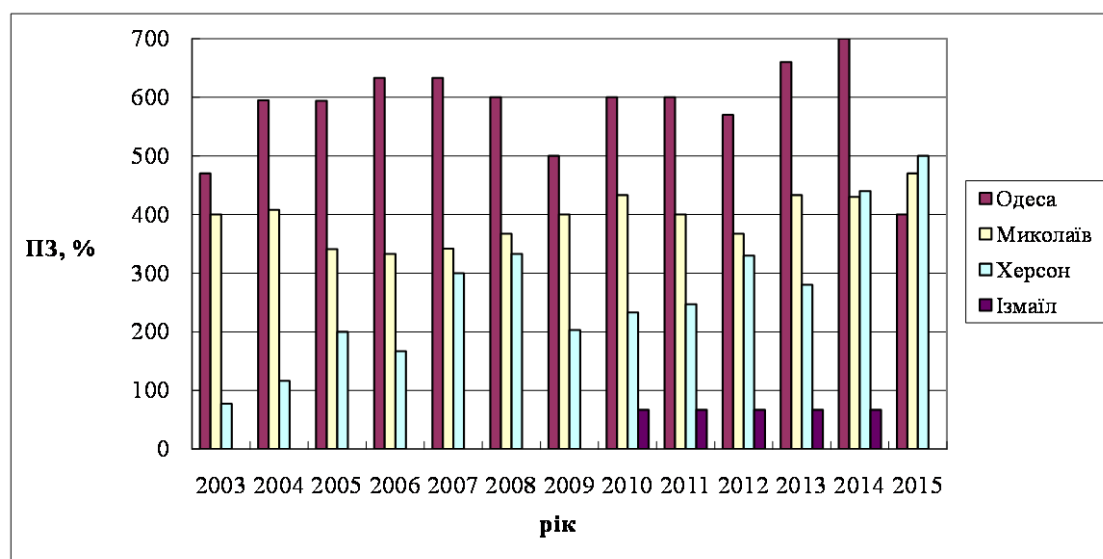


Рисунок 1.9 – Значення ПЗ атмосферного повітря формальдегідом міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я.

Таблиця 1.4 – Оцінка забруднення атмосферного повітря формальдегідом

Місто	Рівень забруднення	Ступінь небезпечності	Відсоток випадків перевищення показника ГДЗ
Одеса	Неприпустимий	Дуже небезпечний	100
Миколаїв	Неприпустимий	Дуже небезпечний	100
Херсон	Неприпустимий	Дуже небезпечний	92
Ізмаїл	Припустимий	Безпечний	0

Далі був розрахований ПЗ атмосферного повітря фтористим воднем. Спостереження за забрудненням фтористим воднем також ведуться у двох містах – Миколаїв та Одеса. На рис. 1.11 наведено порівняльний графік значень ПЗ. Отримано, що максимальний рівень забруднення за весь період дослідження відзначався у м. Одеса. У табл. 1.6 наведено результати оцінки забруднення атмосферного повітря фтористим воднем. Отже, у м. Миколаїв

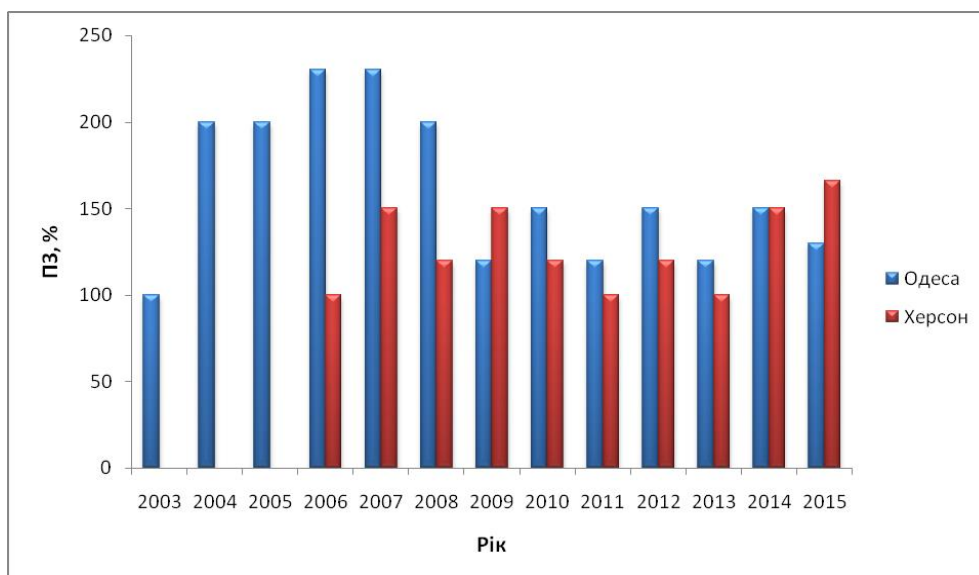


Рисунок 1.10 – Значення ПЗ атмосферного повітря фенолом міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я.

Таблиця 1.5 – Оцінка забруднення атмосферного повітря фенолом

Місто	Рівень забруднення	Ступінь небезпечності	Відсоток випадків перевищення показника ГДЗ
Одеса	Неприпустимий	Дуже небезпечний	92
Херсон	Неприпустимий	Дуже небезпечний	67

рівень забруднення фтористим воднем є «припустимим», а ступінь небезпечності визначається як «безпечний». Що стосовно м. Одеса, то тут рівень забруднення є «неприпустимим», ступінь небезпечності – «дуже небезпечний».

Так, отримані результати свідчать про те, що найбільший рівень забруднення відзначається в усіх містах за вмістом формальдегіду.

Для визначення переліку речовин, які дають найбільший внесок в рівень забруднення міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я, були розраховані ІЗА окремими речовинами, а також

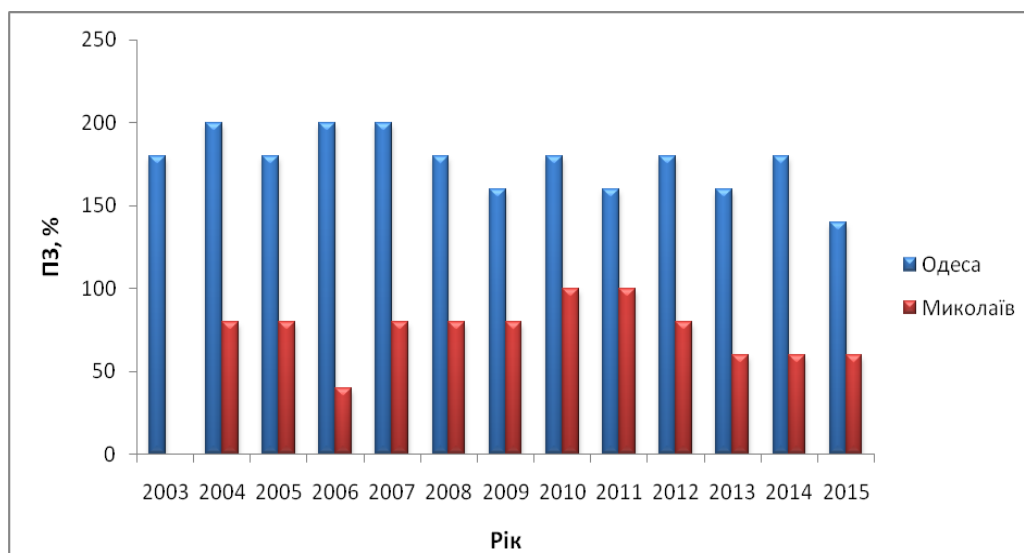


Рисунок 1.11 – Значення ПЗ атмосферного повітря фтористим воднем міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я.

Таблиця 1.6 – Оцінка забруднення атмосферного повітря фтористим воднем

Місто	Рівень забруднення	Ступінь небезпечності	Відсоток випадків перевищення показника ГДЗ
Одеса	Неприпустимий	Дуже небезпечний	100
Миколаїв	Припустимий	Безпечний	0

використані дані попередніх досліджень, представлені у [19]. Був проаналізований середньорічний вміст наступних ЗР: пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю, формальдегід, фенол та фтористий водень.

Аналіз вихідної інформації показав, що в усіх містах максимальні перевищення ГДК і відповідно максимальні значення одиничних ІЗА відзначаються для такої речовини, як формальдегід.

На рис. 1.12 наведено динаміку зміни КІЗА міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я. Розрахунок КІЗА проводився з урахуванням 5 ЗР, які мали максимальні значення ІЗА. Для м. Одеса це були такі речовини, як пил, діоксид азоту, формальдегід, фенол, фтористий

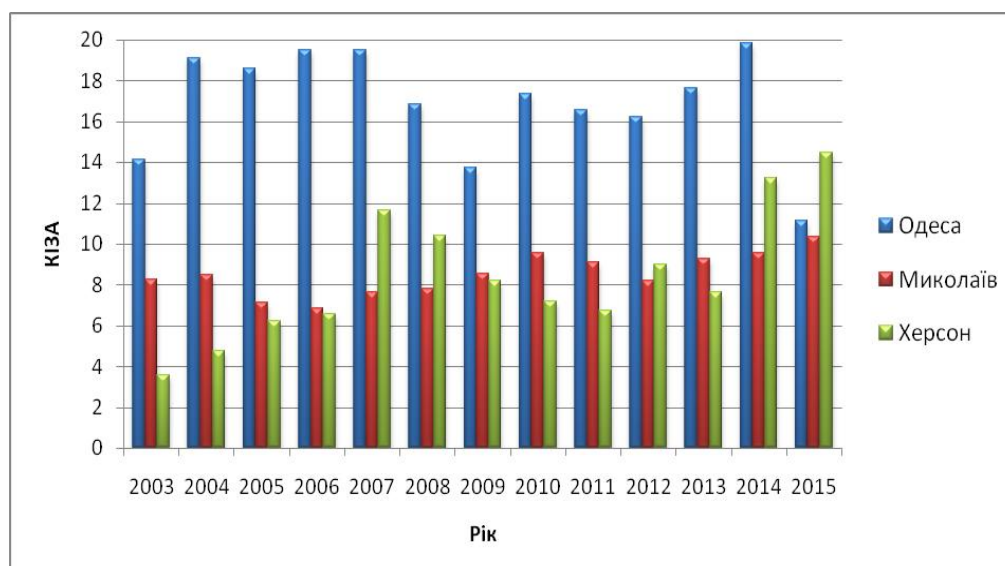


Рисунок 1.12 – Динаміка зміни *KIZA* міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я.

водень, для м. Миколаїв – пил, діоксид азоту, оксид вуглецю, формальдегід, фтористий водень, для м. Херсон – пил, діоксид азоту, оксид вуглецю, формальдегід, фенол. Тобто специфічні ЗР, вміст яких є предметом дослідження, дають значний внесок в загальний рівень забруднення повітряного басейну.

Аналіз показує, що максимальний рівень забруднення відзначається в м. Одеса. Найбільше значення *KIZA* відзначено у 2014 р. (м. Одеса) і склало 19,84. Виходячи з отриманих значень *KIZA*, можна виконати класифікацію рівнів забруднення атмосфери міст. Результати класифікації відповідно до категорій якості атмосферного повітря наведені у табл. 1.7.

З таблиці видно, що рівень забруднення атмосферного повітря м. Одеса у всі роки характеризувався як «сильно забруднений», окрім 2015 р., який характеризується рівнем «забруднений». Для м. Миколаїв і Херсон в різні роки відзначалися рівні «слабко забруднений» та «забруднений», окрім 2014 та 2015 рр. для м. Херсон, які характеризуються рівнем «сильно забруднений».

Таблиця 1.7 – Класифікація рівнів забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я

Рік	Рівень забруднення атмосфери		
	Одеса	Миколаїв	Херсон
2003	сильно забруднений	забруднений	слабко забруднений
2004	сильно забруднений	забруднений	слабко забруднений
2005	сильно забруднений	слабко забруднений	слабко забруднений
2006	сильно забруднений	слабко забруднений	слабко забруднений
2007	сильно забруднений	забруднений	забруднений
2008	сильно забруднений	забруднений	забруднений
2009	сильно забруднений	забруднений	забруднений
2010	сильно забруднений	забруднений	слабко забруднений
2011	сильно забруднений	забруднений	слабко забруднений
2012	сильно забруднений	забруднений	забруднений
2013	сильно забруднений	забруднений	забруднений
2014	сильно забруднений	забруднений	сильно забруднений
2015	забруднений	забруднений	сильно забруднений

Останнім етапом роботи було аналіз зв'язку між вмістом в атмосферному повітрі оксиду вуглецю та формальдегіду. Окремі результати цієї частини роботи були висвітлені у [20].

Нажаль, наявні дані для аналізу були різномірні: середньомісячні концентрації для м. Одеса у 2003 – 2013 рр. і м. Миколаїв у 2013 – 2016 рр. та середньорічні концентрації для м. Херсон у 2005 – 2016 рр. Тому розрахунки проводилися за різними схемами для окремих міст.

У м. Одеса спостереження за вмістом формальдегіду проводяться на 4 стаціонарних постах. Було виявлено, що залежність між концентрацією оксиду вуглецю та формальдегіду у різні роки не є однозначною.

У табл. 1.8 наведено розраховані значення коефіцієнтів кореляції (r_{xy}). У більшості випадків зв'язок між вмістом оксиду вуглецю та

Таблиця 1.8 – Значення r_{xy} для окремих постів та по місту в цілому для м. Одеса у 2003 – 2013 рр.

Рік	r_{xy}				
	пост 10	пост 17	пост 18	пост 19	по місту в цілому
2003	0,89	0,50	0,57	0,66	0,78
2004	-0,02	-0,58	-0,82	-0,70	-0,65
2005	0,11	-0,24	-0,40	-0,18	-0,54
2006	0,28	0,46	0,73	0,45	0,45
2007	-0,17	0,69	0,70	0,28	0,49
2008	-0,24	0,45	0,40	0,35	-0,12
2009	0,51	-0,07	0,52	0,59	0,45
2010	0,92	0,51	0,63	0,59	0,65
2011	-0,15	-0,47	-0,25	0,34	-0,06
2012	-0,05	0,29	0,04	0,06	-0,03
2013	0,56	-0,04	-0,21	-0,17	0,36

формальдегіду в атмосферному повітрі м. Одеса характеризується як «середній» ($r_{xy} = 0,4 - 0,6$ – зв'язок середній, $r_{xy} = 0,6 - 0,8$ – зв'язок тісний і високий). Слід також відзначити, що відзначаються від'ємні значення r_{xy} , що вказує на зворотній зв'язок і, відповідно, на наявність додаткових джерел надходження формальдегіду. Максимальна кількість випадків наявності середнього та тісного кореляційного зв'язку відзначається для постів № 17 та 18, які розташовані в районі автовокзалу та вул. Балківської. Ці райони характеризується досить інтенсивним рухом автотранспорту.

У м. Миколаїв спостереження за вмістом формальдегіду ведуться на усіх 4 постах. Як і для м. Одеса, зв'язок між концентраціями двох речовин, що досліджуються, є неоднозначним. Загальних тенденцій не виявлено. У табл. 1.9 наведено результати розрахунку r_{xy} окремо по постах контролю та

Таблиця 1.9 – Значення r_{xy} для окремих постів та по місту в цілому для м. Миколаїв у 2013 – 2016 рр.

Рік	r_{xy}				
	пост 1	пост 2	пост 3	пост 4	по місту в цілому
2013	—	—	—	—	0,50
2014	-0,14	-0,06	0,05	-0,13	-0,11
2015	0,62	0,25	0,22	0,16	0,46
2016	0,45	0,24	0,53	0,79	0,64

по м. Миколаїв в цілому за 2013 – 2016 рр. Аналіз показує, що по місту в цілому в більшості випадків зв'язок характеризується також як «середній».

Для м. Херсон був побудований графік ходу середньорічних концентрацій оксиду вуглецю та формальдегіду за 2005 – 2016 рр. (рис. 1.13). Розраховане значення r_{xy} для м. Херсон за 2005 – 2016 рр. склало 0,40, що характеризує тісноту зв'язку як «середній».

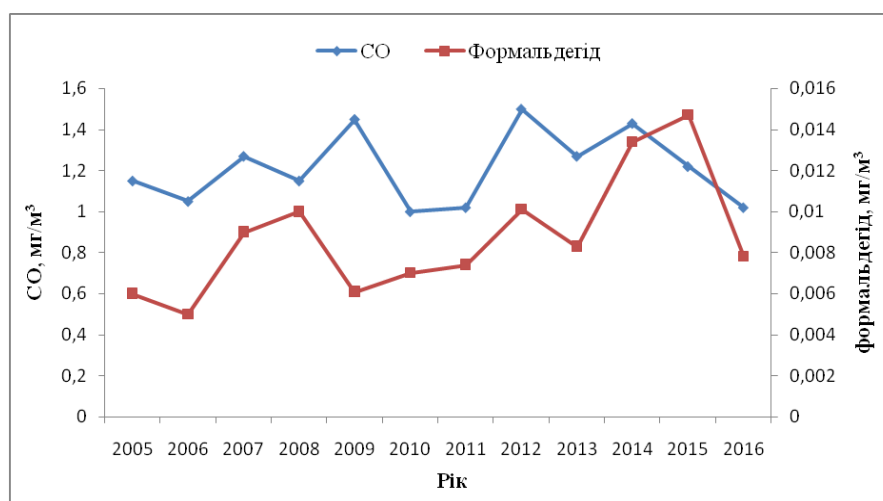


Рисунок 1.13 – Середньорічні концентрації CO та HCHO у м. Херсон у 2005 – 2016 рр.

Так, виконані розрахунки дозволяють зробити висновок, що вміст формальдегіду в атмосферному повітрі суттєво залежить від концентрацій оксиду вуглецю.

1.3 Оцінка техногенного навантаження на повітряний басейн Одеської області

В роботі було оцінено техногенне навантаження на атмосферне повітря Одеської області від стаціонарних та пересувних джерел забруднення. З цією метою було застосовано принцип розрахунку модуля техногенного навантаження (МТН).

Під МТН розуміється обсяг стічних вод та твердих відходів промислових та комунальних об'єктів, рознесених по адміністративних одиницях (областях), що вимірюються в тисячах т на 1 км^2 за рік. Модуль техногенного навантаження було запропоновано (крім екологічно допустимого навантаження) українськими фахівцями, для характеристики техногенного навантаження:

- техногенно-напружені регіони – мають МТН від 100 тис. т/км² до 1000 тис. т/км² (до них в Україні належать Київська, Донецька, Дніпропетровська і Запорізька області);
- середні показники МТН – від 10 тис. т/км² до 50 тис. т/км² і від 50 тис. т/км² до 100 тис. т/км² за рік (мають Львівська, Івано–Франківська, Хмельницька, Вінницька, Одеська, Черкаська, Полтавська, Харківська, Луганська, Херсонська та Автономна Республіка Крим);
- мінімальний показник МТН – від 1 тис. т/км² до 10 тис. т/км² за рік (спостерігається для Волинської, Рівненської, Житомирської, Чернівецької, Тернопільської і Закарпатської областей).

Недоліком МТН є те, що в ньому не враховується газоподібні викиди в атмосферне повітря, які спричиняють значні забруднення середовища. Тому МТН доцільно визначати як об'єм поллютантів у газових викидах в атмосферне повітря, у стічних водах, та неутилізованих твердих відходах антропогенної діяльності [21].

Оцінка навантаження від стаціонарних джерел виконана за 2013 – 2014 рр. за даними Головного управління статистики в Одеській області [22].

На рис. 1.14 наведено динаміку викидів ЗР в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення по окремих містах Одеської області, на рис. 1.15 – по районах. Аналіз рисунків показує, що без урахування загального обсягу викидів по області максимальні значення відзначаються для міст Одеса та Южне. Лідуючими за обсягами викидів від стаціонарних джерел в області є Ренійський, Ананьївський та Роздільнянський райони [23].

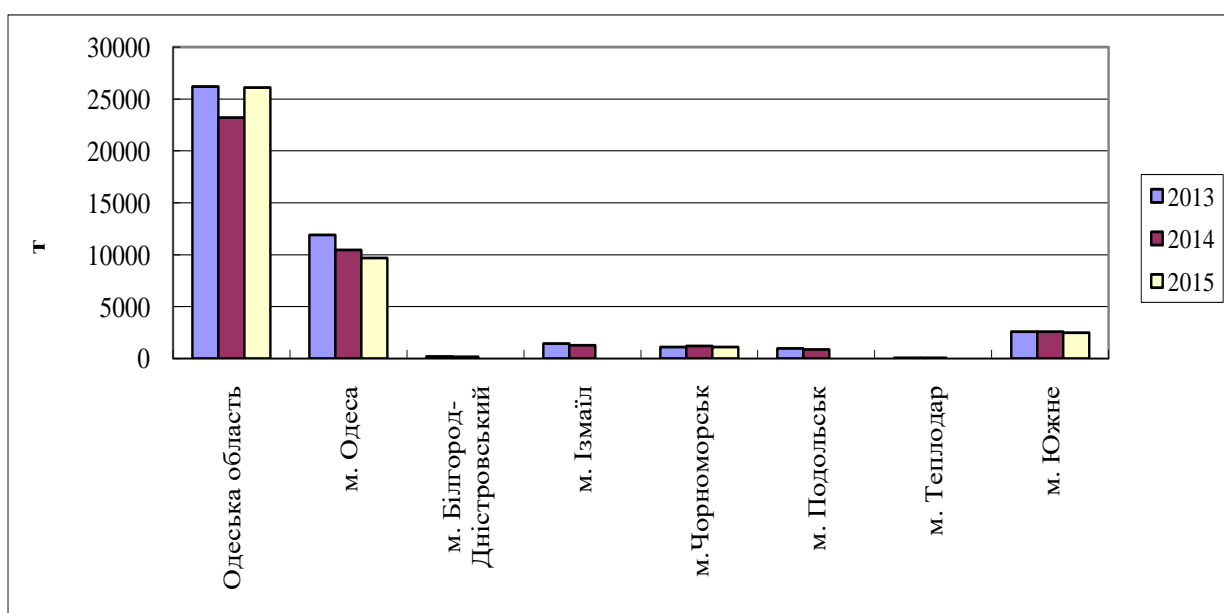


Рисунок 1.14 – Динаміка викидів ЗР від стаціонарних джерел по містах Одеської області у 2013 – 2015 рр. [22, 24].

У табл. 1.10 наведено відомості щодо площі міст обласного значення та обсягів викидів ЗР у атмосферне повітря цих міст.

На рис. 1.16 наведено діаграму модуля навантаження по містах обласного значення за обсягами викидів ЗР в атмосферне повітря. Аналіз рисунку показує, що максимальний рівень навантаження серед міст Одеської області зазнає м. Южне (у 5 разів вище порівняно з м. Одеса). Це

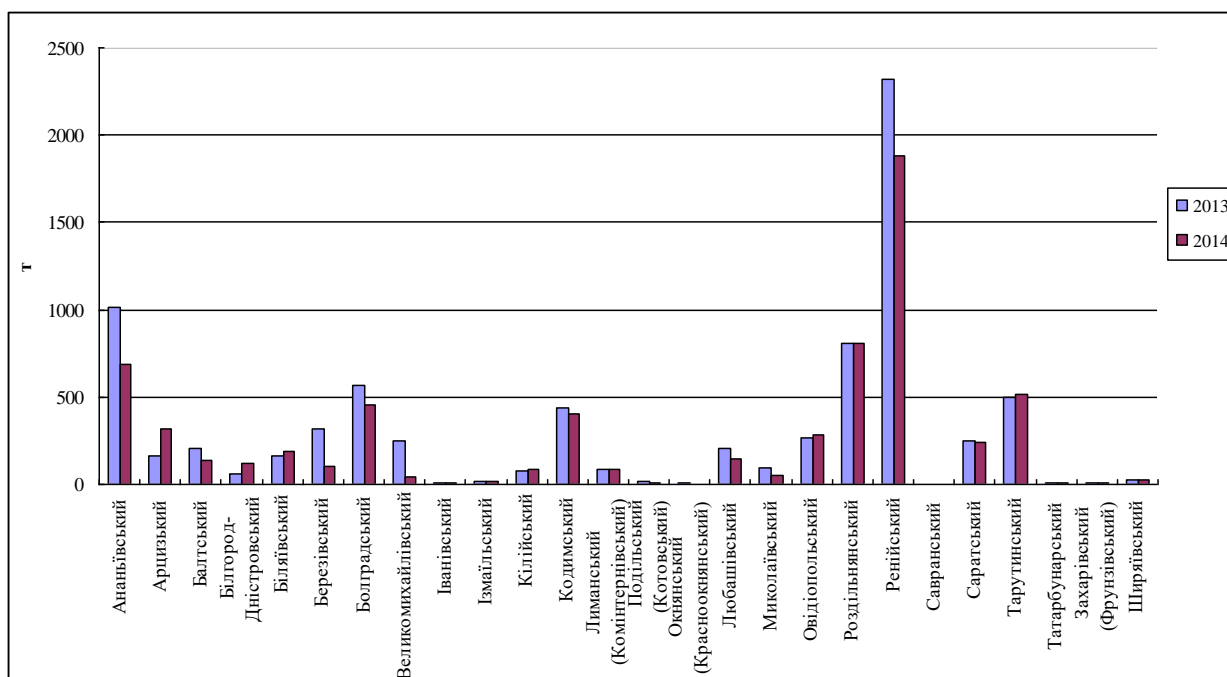


Рисунок 1.15 – Динаміка викидів ЗР від стаціонарних джерел по районах Одеської області у 2013 – 2014 рр. [22, 24].

Таблиця 1.10 – Площа міст обласного значення та обсяги викидів ЗР у атмосферне повітря Одеської області у 2013 – 2014 рр. [22, 25]

Назва міста	Площа, км ²	Обсяги викидів ЗР, т	
		2013 р.	2014 р.
Одеса	162	11904,1	10472,7
Білгород-Дністровський	31	205,5	154,7
Ізмаїл	53	1444,6	1261,8
Чорноморськ	25	1144	1214
Подільськ	15	986,8	866,7
Теплодар	3	74,3	63,5
Южне	10	2598,1	2580,8

пояснюється значним обсягом викидів ЗР від підприємств міста при досить малій його площі. Друге та третє міста займають м. Одеса та м. Подільськ. Мінімальне техногенне навантаження відзначається у мм. Білгород-Дністровський та Теплодар.

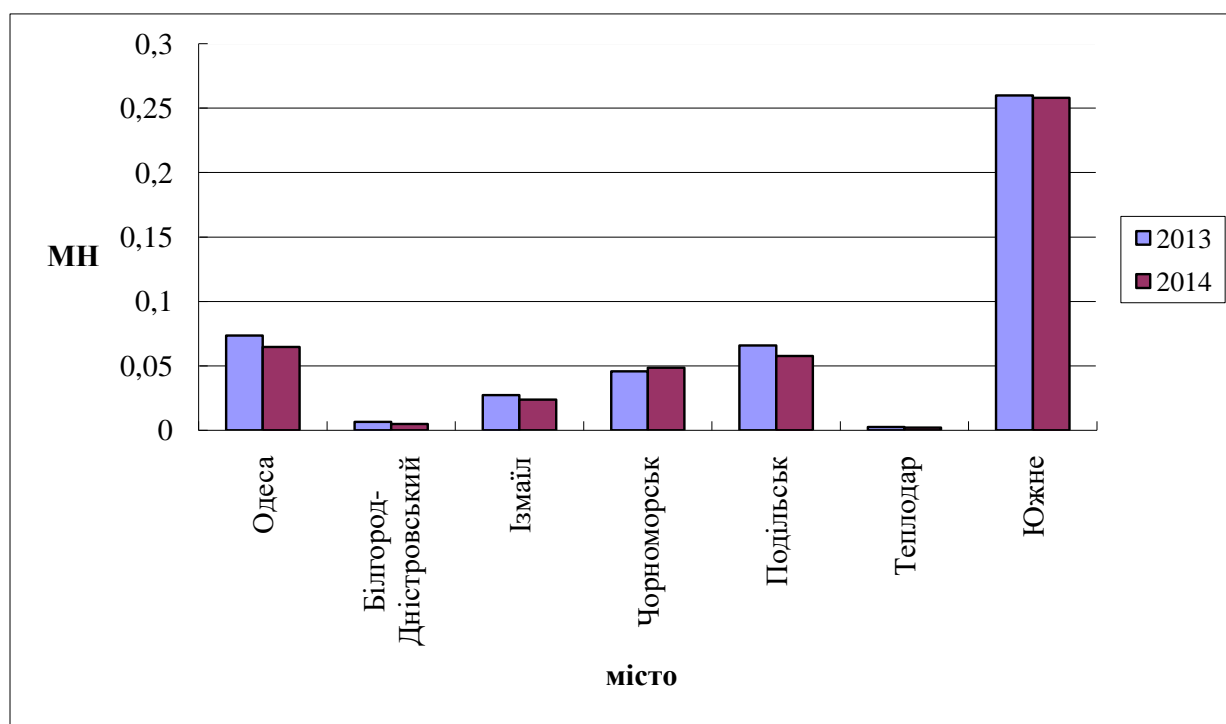


Рисунок 1.16 – Діаграма розподілу модуля навантаження по містах Одеської області за викидами ЗР в атмосферне повітря у 2013 – 2014 рр.

Також був проведений аналіз щодо рівня навантаження по обсягам викидів окремих ЗР (рис. 1.17). Максимальні значення модуля навантаження відзначаються за викидами сполук азоту, мінімальні – сполук сірки та неметанових летких органічних сполук. За більшістю речовин, як і по загальному обсягу викидів, найбільше навантаження також зазнає м. Южне. За викидами неметанових летких органічних сполук максимального навантаження зазнає м. Чорноморськ, за викидами метану – м. Одеса. Загальних тенденцій щодо динаміки зміни обсягів викидів ЗР в атмосферне повітря міст Одеської області виявлено не було.

Аналогічний аналіз був зроблений і по районах Одеської області. На рис. 1.18 наведено діаграму розподілу модуля навантаження по районах Одеської області. З рисунку видно, що максимальні значення модуля навантаження відзначаються у Ренійському, Савранському та Ананьївському

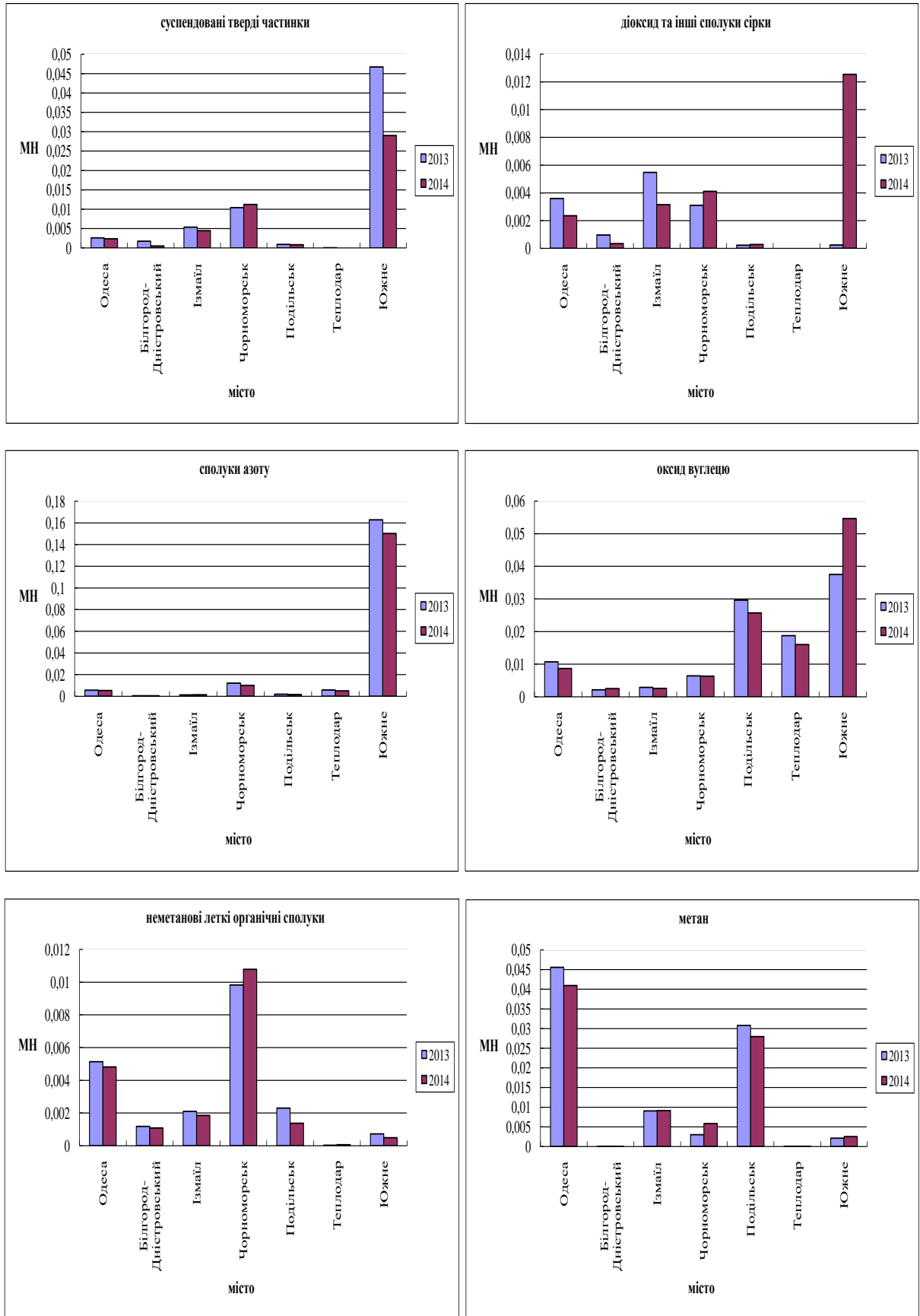


Рисунок 1.17 – Діаграма розподілу модуля навантаження по містах Одеської області за викидами окремих ЗР в атмосферне повітря у 2013 – 2014 рр.

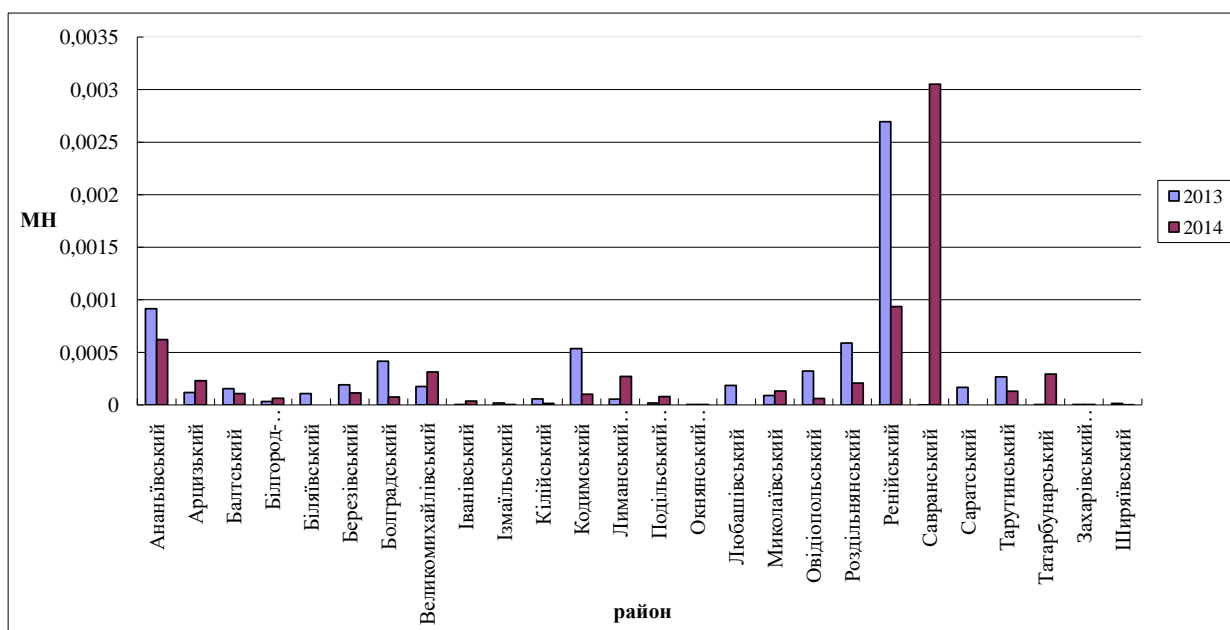


Рисунок 1.18 – Діаграма розподілу модуля навантаження по районах Одеської області за викидами ЗР в атмосферне повітря у 2013 – 2014 рр.

районах. При цьому обсяги викидів ЗР у Ренійському та Савранському районах у 2013 та 2014 рр. значно різняться. Мінімальні значення модуля відзначаються у Ізмаїльському, Захарівському (Фрунзівському) та Ширяївському районах.

На рис. 1.19 – 1.24 наведено діаграми розподілу модуля навантаження по обсягам викидів окремих ЗР в атмосферне повітря адміністративних районів Одеської області у 2013 – 2014 рр. Аналіз наведених рисунків показує:

- за обсягами викидів твердих суспендованих частинок максимальне навантаження серед районів Одеської області зазнають Кодимський, Любашівський та Саратський райони. Також значний рівень навантаження відзначається у Роздільнянському та Овідіопольському районах;
- за обсягами викидів сполук сірки рівень навантаження є максимальним у Кодимському районі, у інших районах – значно нижчий (у 3 рази і більше);

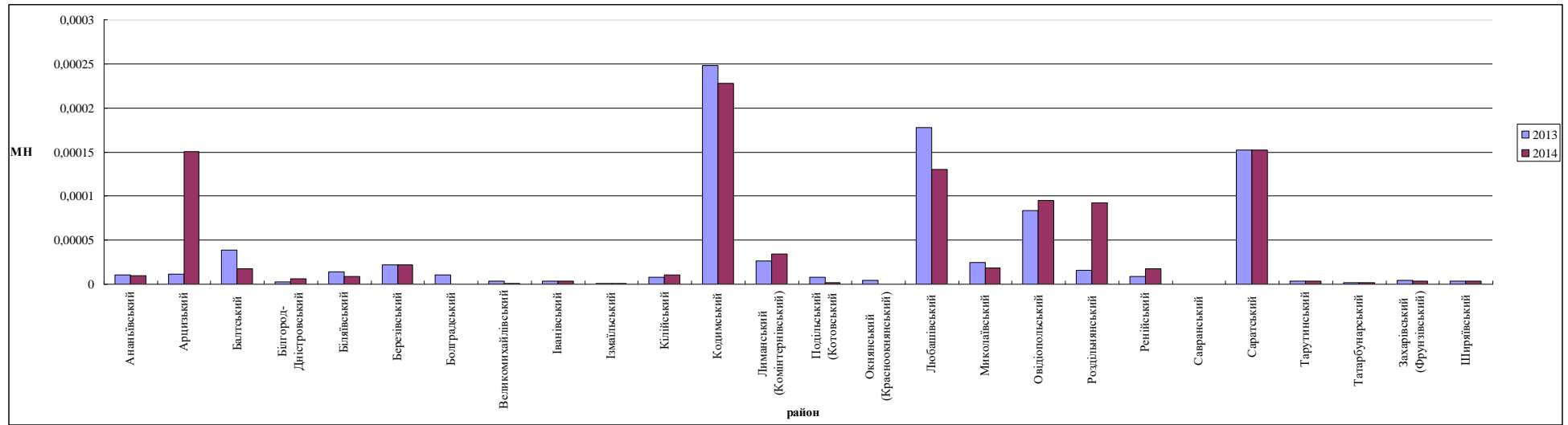


Рисунок 1.19 – Модуль навантаження по районах Одеської області за викидами суспендованих твердих частинок.

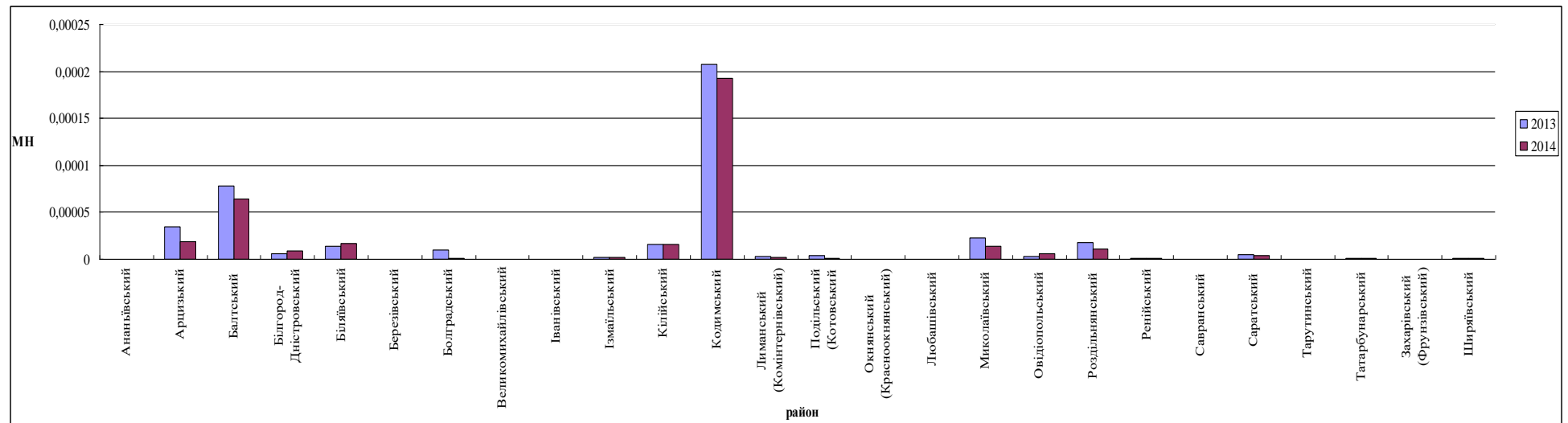


Рисунок 1.20 – Модуль навантаження по районах Одеської області за викидами діоксиду та інших сполук сірки.

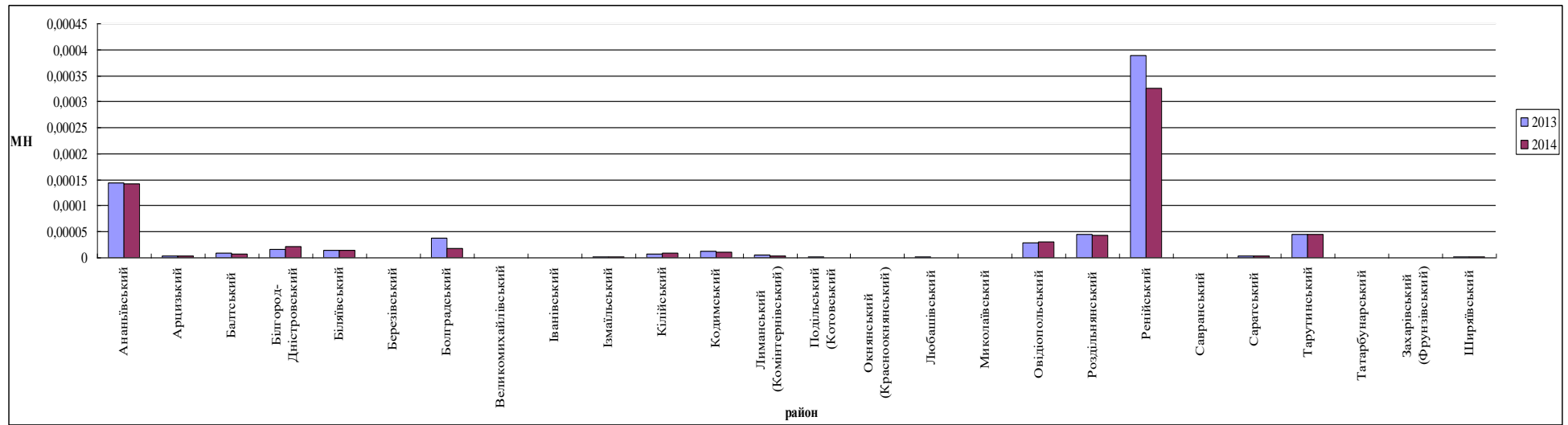


Рисунок 1.21 – Модуль навантаження по районах Одеської області за викидами сполук азоту.

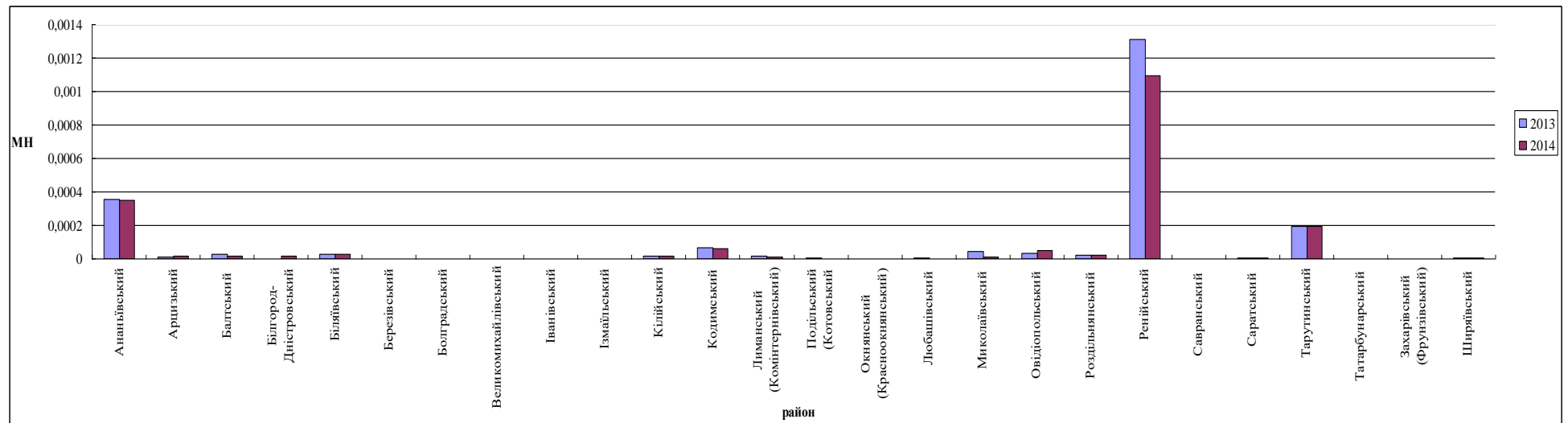


Рисунок 1.22 – Модуль навантаження по районах Одеської області за викидами оксиду вуглецю.

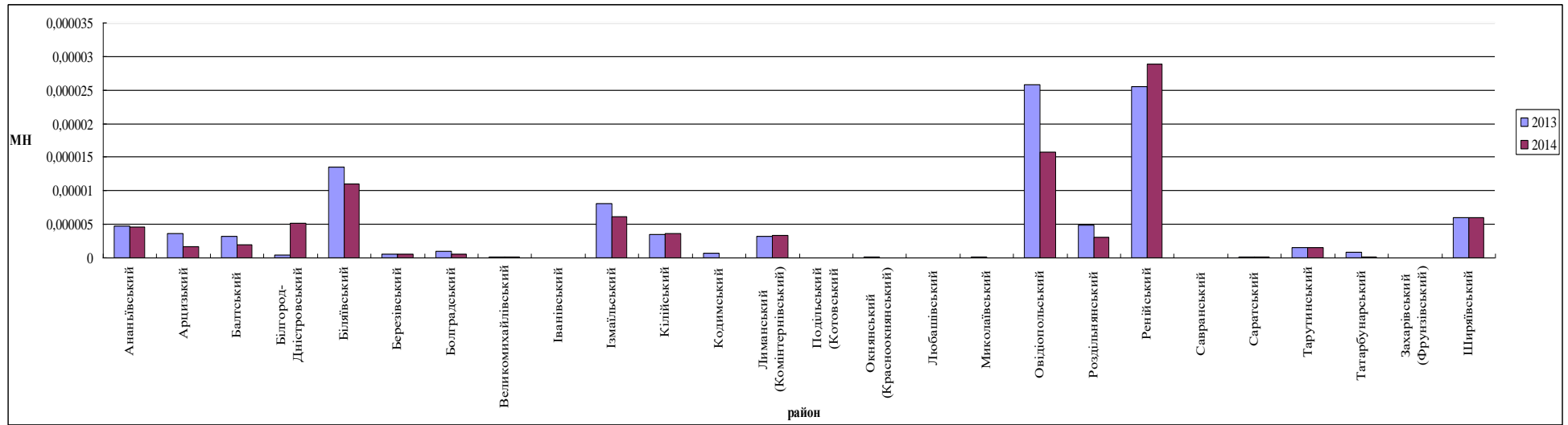


Рисунок 1.23 – Модуль навантаження по районах Одеської області за викидами неметанових летких органічних сполук.

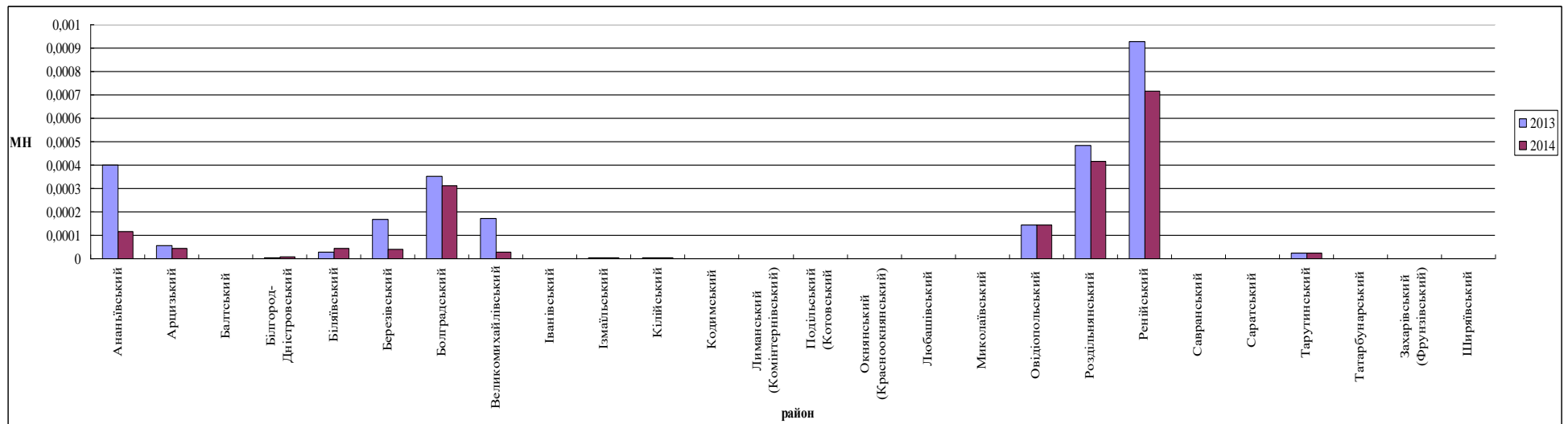


Рисунок 1.24 – Модуль навантаження по районах Одеської області за викидами метану.

- за викидами сполук азоту та оксиду вуглецю найбільше навантаження відзначається у Ренійському районі, друге місце посідає Ананьївський район;
- за викидами неметанових летких органічних сполук максимальний рівень навантаження відзначається у Овідіопольському та Ренійському районах, третє місце посідає Біляївський район;
- за обсягами викидів метану перше місце посідає Ренійський район, значний рівень навантаження відзначено також у Ананьївському, Болградському та Роздільнянському районах.

Значення модуля навантаження є максимальним по обсягам викидів оксиду вуглецю та метану, мінімальним – по викидах неметанових летких органічних сполук.

Важливою складовою забруднення атмосферного повітря Одеської області є вплив пересувних джерел. Обсяги їх викидів на порядок перевищуються обсяги викидів від стаціонарних джерел. На рис. 1.25 наведено порівняльний графік обсягів викидів ЗР в атмосферне повітря Одеської області за даними [10]. Як видно з наведеного рисунку, викиди від пересувних джерел від загального обсягу складають в середньому 80 %. З 2011 р. відзначається поступове зменшення загального обсягу викидів ЗР за рахунок зменшення, в першу чергу, викидів від пересувних джерел.

За даними Державної служби статистики України [24] було виконано розрахунок модуля навантаження на атмосферне повітря Одеської області викидами пересувних джерел забруднення, в т.ч. автомобільним транспортом. На рис. 1.26 наведено результати розрахунків значення модуля за 2012 – 2015 рр. З рисунку видно, що близько 90 % внеску в обсяги викидів від пересувних джерел належить автомобільному транспорту. Внесок інших пересувних джерел (авіаційний, залізничний, водний транспорт тощо) є незначним. За період дослідження значення показника поступово зменшувалось за рахунок зменшення загального обсягу викидів від пересувних джерел, в т.ч. автотранспорту.

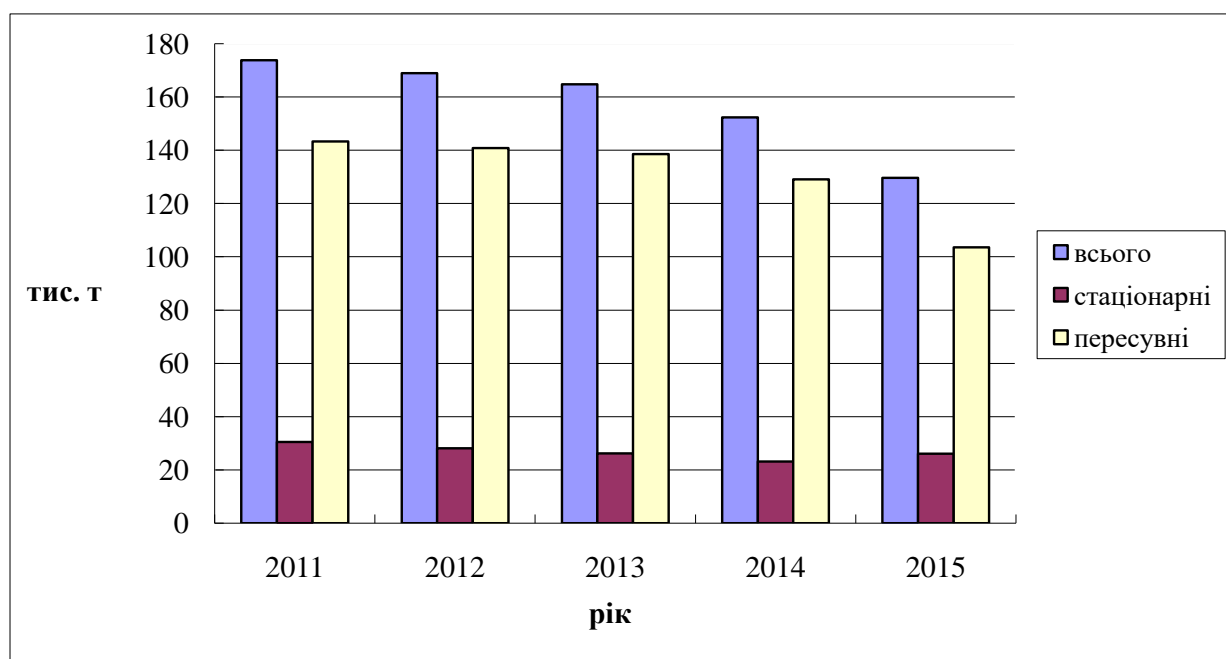


Рисунок 1.25 – Обсяги викидів ЗР в атмосферне повітря Одеської області у 2011 – 2015 рр. [10].

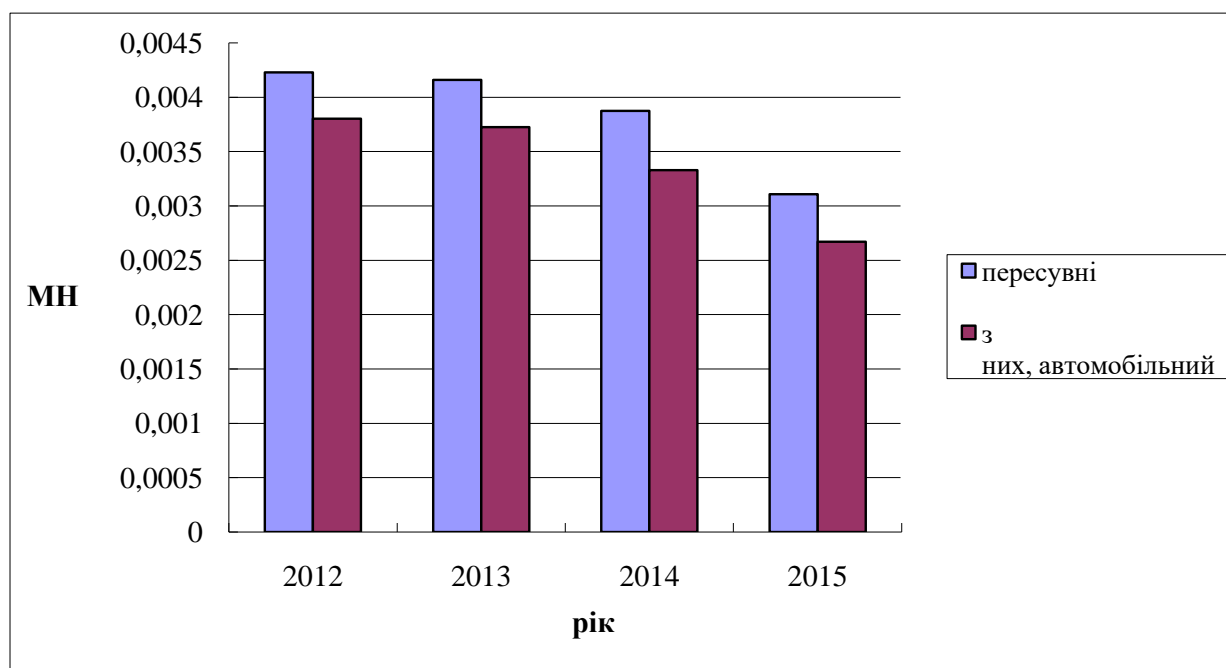


Рисунок 1.26 – Значення модуля навантаження на атмосферне повітря Одеської області викидами пересувних джерел забруднення у 2012 – 2015 рр.

Був проведений аналіз по викидам окремих ЗР від пересувних джерел, враховуючи автотранспорт (рис. 1.27, 1.28). З наведених рисунків видно, що

найбільший внесок у склад викидів дають викиди оксиду вуглецю (більше 70 % у викидах від пересувних джерел в цілому і більше 75 % у викидах від автотранспорту). У викидах від пересувних джерел друге місце посідають викиди діоксиду азоту, третє – неметанових летких органічних сполук. У викидах автомобільного транспорту – навпаки. Викиди діоксиду сірки та сажі за обсягами складають 1 – 2 %, інших речовин – менше 1 %.

На рис. 1.29 – 1.37 наведено динаміку викидів окремих ЗР за 2012 – 2015 рр. від пересувних джерел, в т.ч. автотранспорту.

Викиди діоксиду сірки (рис. 1.29) від автомобільного транспорту в середньому складають 60 – 65 % від викидів пересувних джерел. Слід відзначити, що з 2012 по 2014 рр. загальні обсяги викидів збільшувались, при цьому викиди від автотранспорту знизились.

Внесок автотранспорту по викидах діоксиду азоту (рис. 1.30) складає також 60 – 65 %. Слід відзначити значне зменшення обсягів викидів у 2015 р. порівняно з 2014 р.

Обсяги викидів оксиду азоту від автомобільних джерел (рис. 1.31) в середньому складають 50 % від загальних викидів від пересувних джерел. За період дослідження відзначалось поступове зменшення викидів в атмосферне повітря області.

Що стосується оксиду вуглецю, метану, неметанових летких органічних сполук (рис. 1.32 – 1.34), то викиди цих речовин є переважаючими в загальних викидах від пересувних джерел (більше 90 %). Також за період дослідження відзначалось поступове зменшення викидів в атмосферне повітря.

Обсяги викидів аміаку (рис. 1.35) від автомобільних джерел складають 70 – 75 % загального обсягу від пересувних джерел викидів. Аналогічно з іншими речовинами відзначалось поступове зменшення викидів у повітряний басейн.

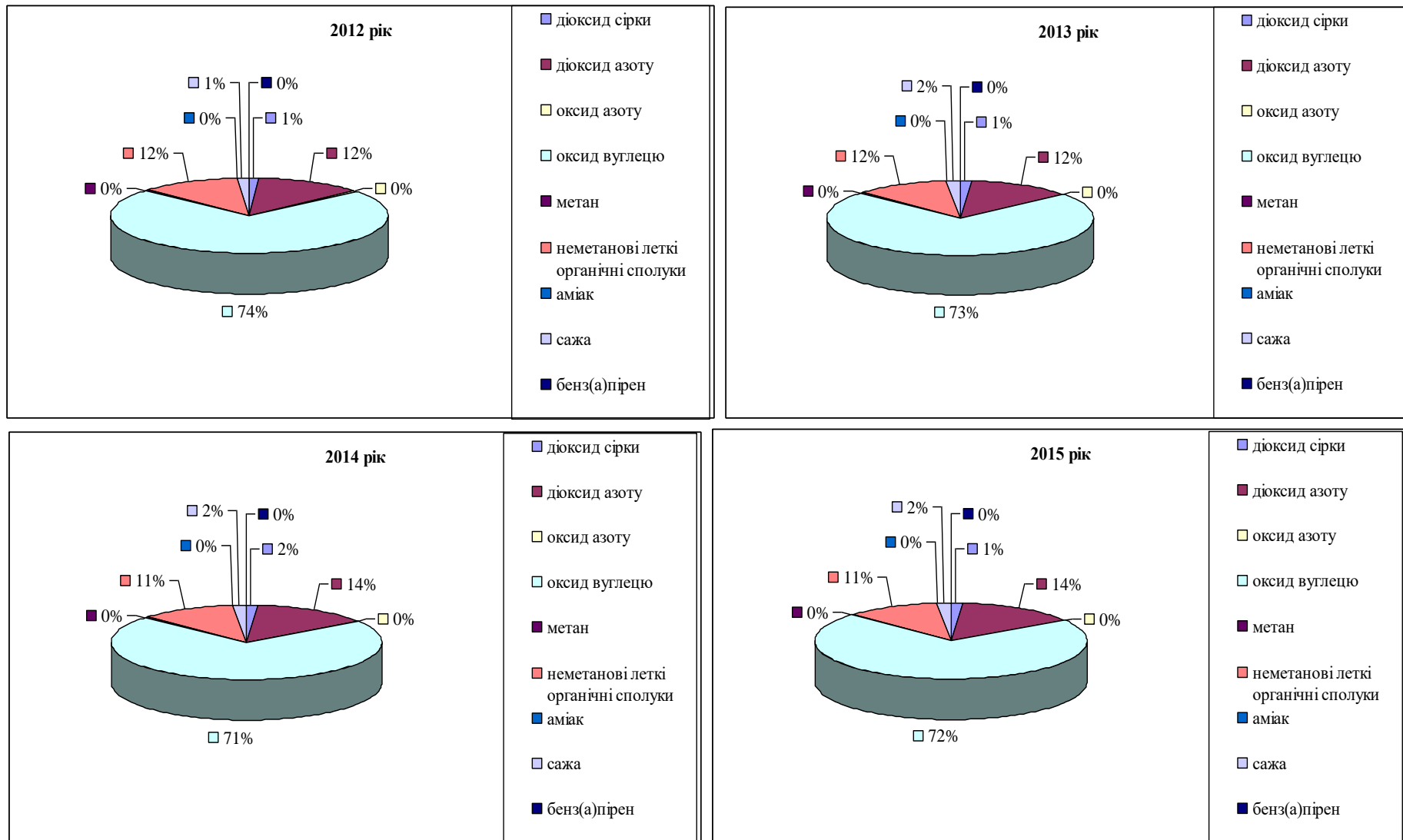


Рисунок 1.27 – Діаграма розподілу по викидам окремих ЗР від пересувних джерел в атмосферне повітря Одеської області.

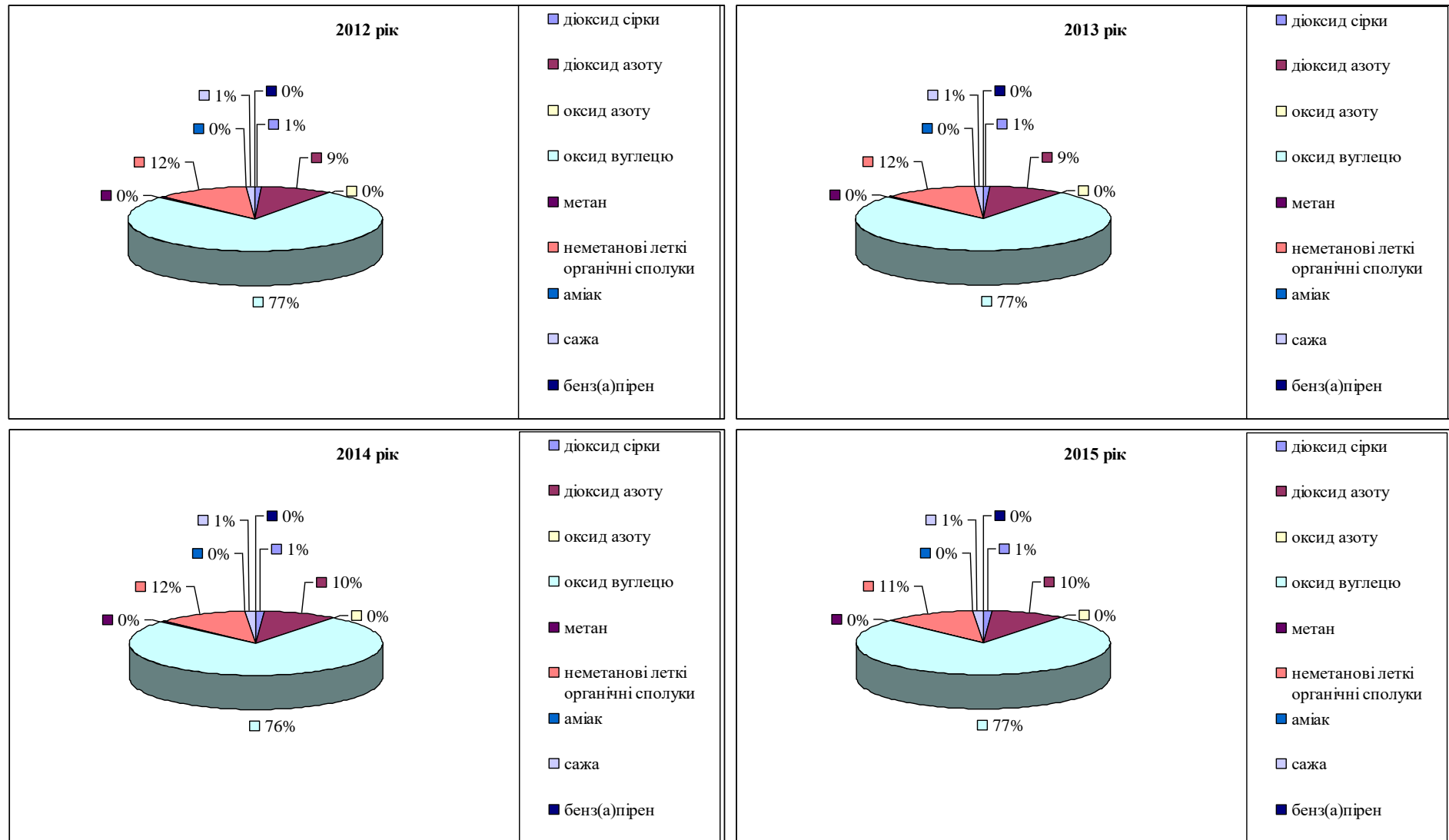


Рисунок 1.28 – Діаграма розподілу по викидам окремих ЗР від автомобільного транспорту в атмосферне повітря Одеської області.

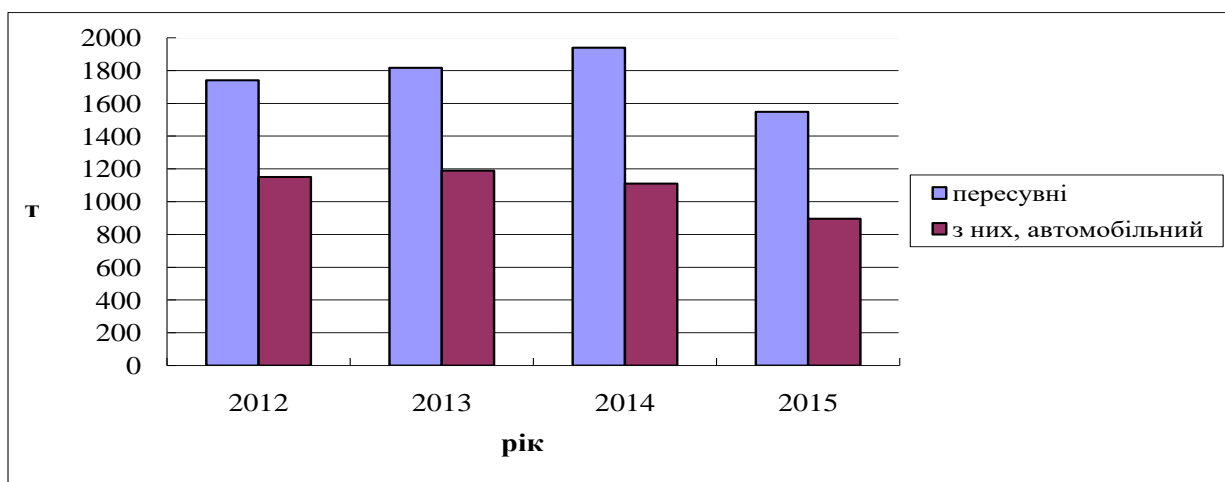


Рисунок 1.29 – Динаміка викидів діоксиду сірки в атмосферне повітря Одеської області від пересувних джерел.

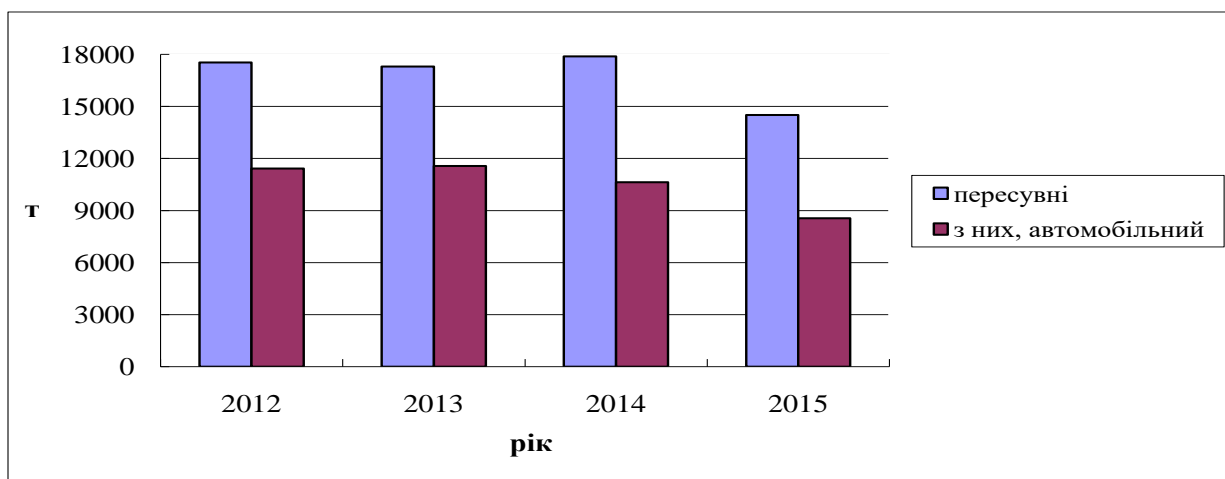


Рисунок 1.30 – Динаміка викидів діоксиду азоту в атмосферне повітря Одеської області від пересувних джерел.

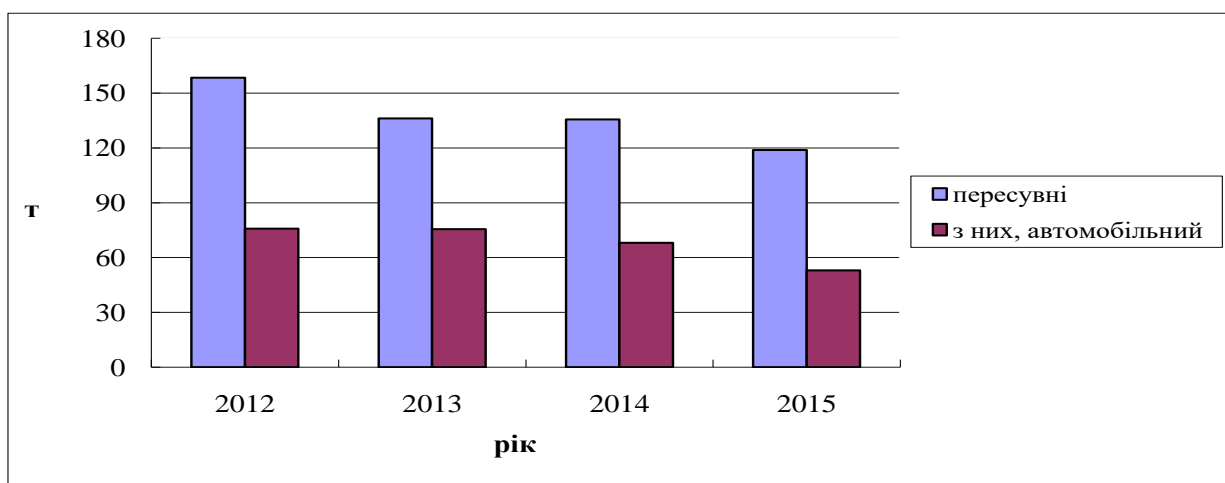


Рисунок 1.31 – Динаміка викидів оксиду азоту в атмосферне повітря Одеської області від пересувних джерел.

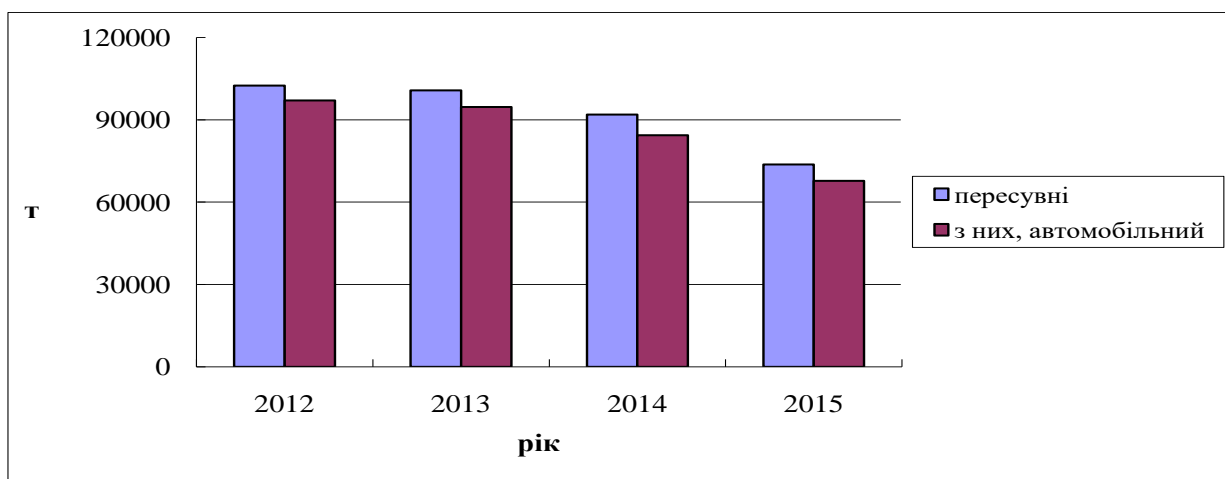


Рисунок 1.32 – Динаміка викидів оксиду вуглецю в атмосферне повітря Одеської області від пересувних джерел.



Рисунок 1.33 – Динаміка викидів метану в атмосферне повітря Одеської області від пересувних джерел.

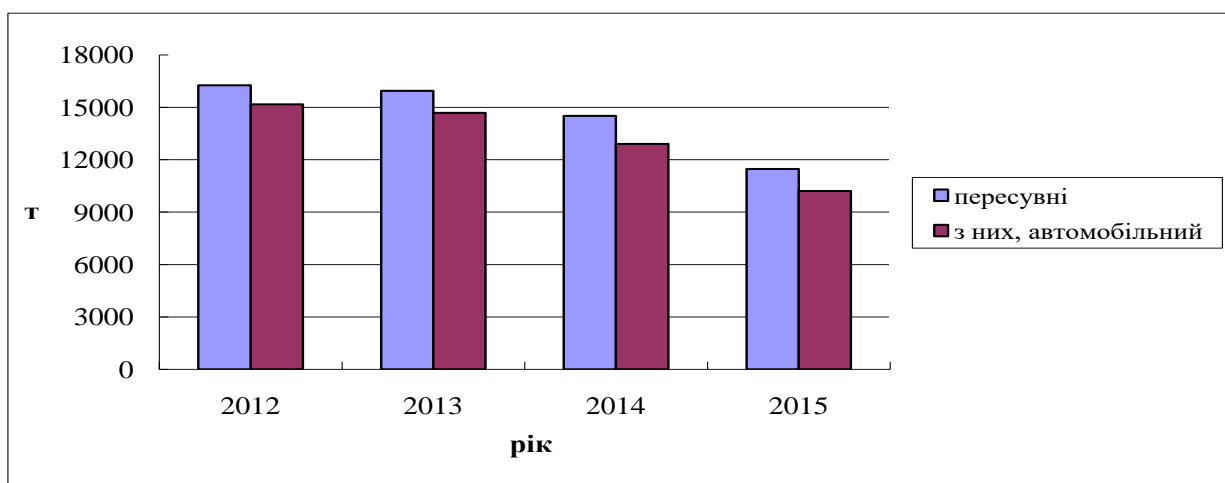


Рисунок 1.34 – Динаміка викидів неметанових летких органічних сполук в атмосферне повітря Одеської області від пересувних джерел.

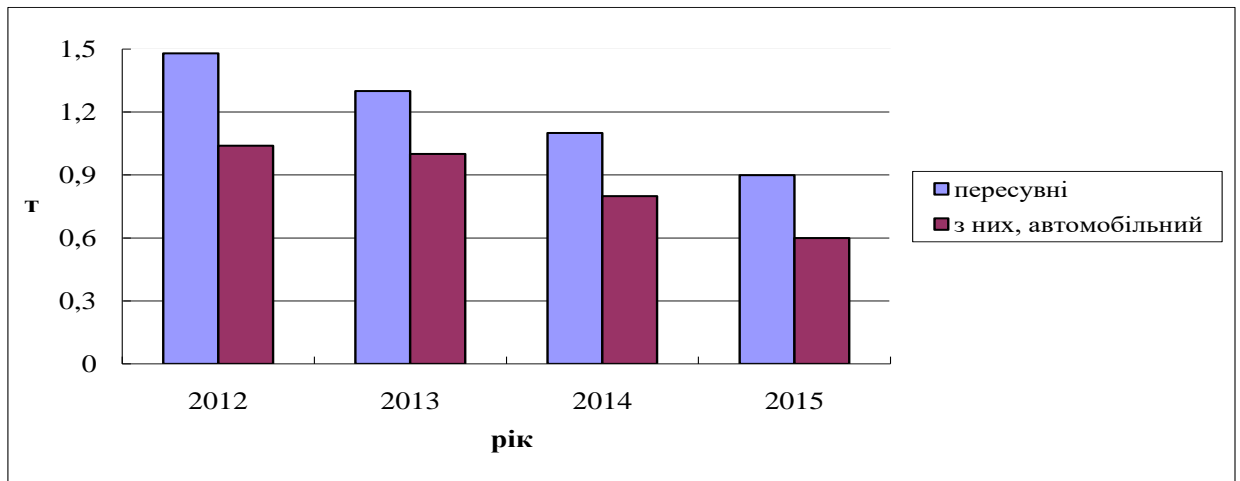


Рисунок 1.35 – Динаміка викидів аміаку в атмосферне повітря Одеської області від пересувних джерел.

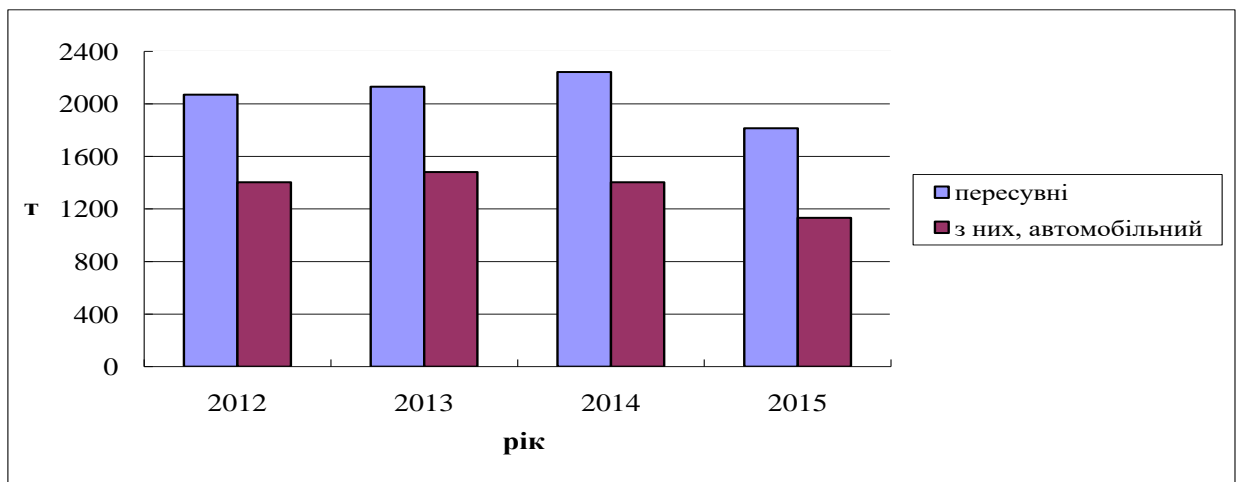


Рисунок 1.36 – Динаміка викидів сажі в атмосферне повітря Одеської області від пересувних джерел.

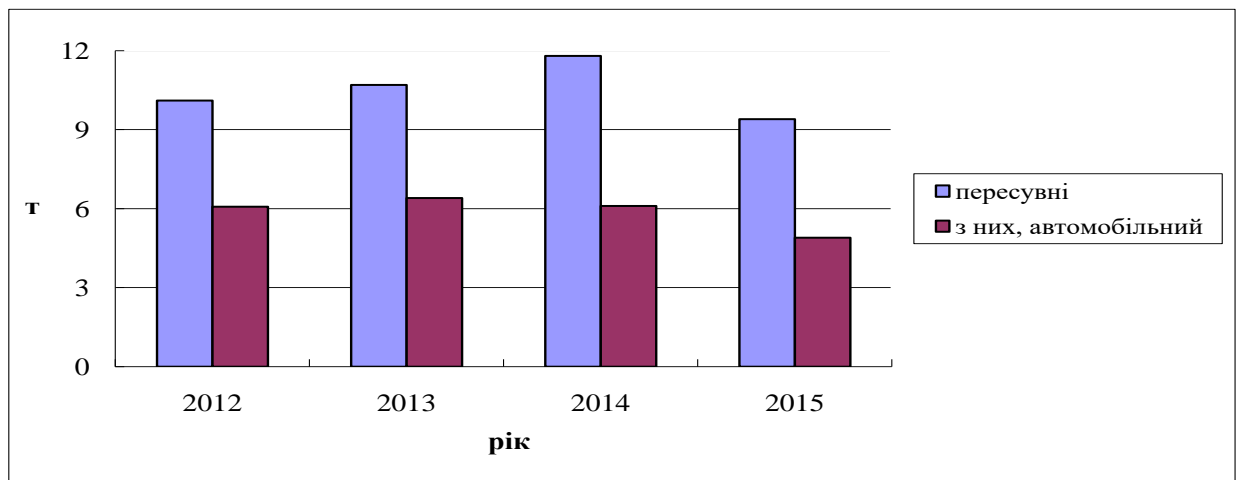


Рисунок 1.37 – Динаміка викидів бенз(а)пірену в атмосферне повітря Одеської області від пересувних джерел.

Викиди сажі та бенз(а)пірену автотранспортом (рис. 1.36, 1.37) складають 60 – 70 % від загальних викидів від пересувних джерел. Для обох речовин відзначено загальне збільшення викидів з 2012 по 2014 рр. в цілому від пересувних джерел.

Так, викиди оксиду вуглецю, метану, неметанових летких органічних сполук від автотранспорту є переважаючими в загальних викидах від пересувних джерел.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ІОННОГО СКЛАДУ ПРИРОДНИХ ВОД ПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ НА ПРИКЛАДІ КИРИЛІВСЬКОГО РОДОВИЩА

Показники хімічного складу кар'єрних вод різних підприємств варіюють у досить широких межах. Це пояснюється певними відмінностями у геологічних та гідрологічних умовах родовищ. Хімічний склад вод кар'єрного водовідливу початково формується за рахунок притоку підземних вод, а лише потім зазнає змін у процесі виробничої діяльності [26].

Водоносні горизонти осадових утворень мають високу водоемкість.

Водоносні горизонти тріщинуватої зони кристалічних порід відрізняються великою непостійністю розвитку за площею і глибиною. Потужність свердловин невелика – від 1,5 м³/год до 1,8 м³/год.

Водоприплив в кар'єр здійснюється за рахунок фільтрації струмка вздовж східного контуру та вод атмосферних опадів.

Для збору води в кар'єр встановлений зумпф ємністю 200 м³. Відкачка води з зумпфу проводиться насосом 1Д 315-71 потужність 320 м³/год в струмок по трубопроводу довжиною 100 м і далі в р. Чорний Ташлик.

Район Кирилівського родовища розташований в південно-західній частині Українського кристалічного щиту. Кристалічні породи виходять на поверхню біля річних долин і балок [27].

Граніти розбиті тріщинами, мають грубозернисту або середньозернисту основну масу.

У геологічній будові родовища приймають участь осадові породи четвертинного віку та кристалічні породи докембрію.

Кирилівське родовище гранітів розташовано в межиріччя р. Чорний Ташлик і його лівого притоку р. Грузька на лівому березі струмка.

Гідрогеологічні умови родовища характеризуються розвитком водоносних горизонтів у відкладеннях піщаної товщі, а також тріщинуватої

зоні кристалічних порід [28].

Водоносні горизонти осадових утворень мають низьку водоемкість.

Приймачем зворотних вод ЗАТ «Кіровоградграніт» Помічнрянського кар'єру є р. Чорний Ташлик, яка є лівою притокою р. Синюха. Річка протікає у Новоукраїнському, Добровеличківському і Вільшанському районах Кіровоградської області та Первомайському районі Миколаївської області. Довжина – 135 км, похил – 81 м/км, площа басейну – 2387 км². Долина переважно коритоподібна, шириною до 6км, глибиною від 100 м до 120 м. Річище помірно зависле, шириною 20 м. Живлення снігове та дощове. Замерзає у грудні, скресає у березні. Льодовий режим нестійкий. Воду використовують для технічного сільськогосподарського водопостачання та зрошування. Стік Чорного Ташлику зрегульований ставками, водосховищами.

Джерелом технічного водопостачання є р. Чорний Ташлик та кар'єрні води, для господарсько-питних потреб використовується вода шахтного колодязя.

Скид господарсько-побутових стічних вод здійснюється у вигріб.

Площа водозбору р. Чорний Ташлик 384 м³/с. Мінімальний стік 0,3 м³/с. Середня річна витрата води 1,16 м³/с [29].

Вода в р. Чорний Ташлик за величиною мінералізації відноситься до прісних вод. Води кар'єрного водовідливу за величиною мінералізації відносяться до прісних вод. Згідно з класифікацією О.А. Альокіна, за іонним складом вони відносяться до гідрокарбонатного класу, кальцієвої групи, третього типу S^{Ca}_{III} . За жорсткістю – жорстка, середовище лужне, майже нейтральне. Виходячи з даних можемо сказати, що протягом досліджуваного періоду (жовтень – березень) спостерігається тенденція змін у гідрохімічних показниках ґрунтових вод, так як загальна жорсткість знизилась з 9,5 мг-екв./м³ до 8,1 мг-екв./м³. Загальна мінералізація зменшувалася протягом сезону з 699,7 мг/дм³ до 678,9 мг/дм³.

Одна з форм прояву антропогенного впливу в епоху розвинутої

урбанізації – посилена міграція хімічних елементів. На шляхах міграції й у кінцевій водоймі відбувається їхнє концентрування, на певному етапі досягаючи концентрацій, що перевищують фонові .

Практично всі основні компоненти природного сольового складу річкового стоку: аніони HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- і катіони Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ – в тому чи іншому ступені поставляються за рахунок антропогенного впливу. Особливо широко застосовуються в промисловості й сільському господарстві, а відповідно й найбільш інтенсивно поставляються техногенними геохімічними потоками у водотоки й водойми, іони хлору, калію, натрію. Через добру, як правило, розчинність в воді сполук цих елементів вони відрізняються й високою міграційною здатністю. Значні кількості хлору й натрію надходять у річкові води також при розвідці й експлуатації нафтових і газових родовищ за рахунок підйому на поверхню високомінералізованих пластових вод. Джерелами надходження компонентів сольової складу є міські й сільськогосподарські стоки. Значно уступають хлору й натрію по інтенсивності залучення в техногенні геохімічні потоки магній і сульфати-іони.

Завдання кількісної оцінки надходження у водойми хімічних елементів антропогенного генезису, диференціації їх від фонового природного материкового стоку надзвичайно складні, тому що розділити ці речовини на природні й антропогенні існуючими методами неможливо. Особливі труднощі представляють виявлення й облік антропогенної складової на ранній стадії, коли концентрації елементів і загальний їхній винос із річковим стоком ще не виходять значно за межі природних коливань, тим більше що крім короткоперіодних коливань стоку існують і багаторічні, що далеко виходять за ряд наявних гідрохімічних спостережень [29].

Критерії антропогенної евтрофікації на ранньому етапі, способи розчленування природної й антропогенної складових біогенного стоку (сполук азоту й фосфору) річок і методика їхнього кількісного обліку були розроблені раніше [30]. Аналогічні принципи покладені в основу дійсної

розробки критеріїв зміни сольового (аніонно-катіонного) складу річкового стоку під впливом антропогенного впливу. Вони полягають у наступному.

Співвідношення компонентів сольового складу (так само як і біогенного) у стічних водах інше, ніж у природних.

В якості репера може бути використана концентрація гідрокарбонатних іонів, оскільки в річкових водах вона насамперед визначається рухливою карбонатно-кальцієвою рівновагою. Незважаючи на деяке надходження в річки гідрокарбонатних іонів за рахунок антропогенного фактора, їхня кількість у воді практично не зростає, обмежена низькою розчинністю карбонату кальцію. При рості загальної мінералізації води концентрація гідрокарбонатних іонів також мало міняється, у той час як концентрація іонів кальцію трохи зростає за рахунок зменшення коефіцієнтів активності з ростом іонної сили розчину (у рівновазі із твердою фазою карбонатів).

Відносини вмісту гідрокарбонатних іонів до вмісту інших компонентів сольового складу вод не пов'язані з коливаннями водного стоку, що дозволяє абстрагуватися від коливань водності.

При безпосередньому зіставленні як загальнорічного сольового стоку й річного виносу окремих іонів, так і середньорічних концентрацій фактично неможливо кількісно оцінити антропогенну складову іонного стоку.

Стабільність величин відношення гідрокарбонатних іонів до компонентів сольового (аніонно-катіонного) складу в природному річковому стоці, незабрудненому антропогенними добавками, дозволяє використати їх у якості «фонових емпіричних» коефіцієнтів для оцінки антропогенної складової іонного стоку. Для розрахунку запропонована формула:

$$G' = G_{\text{сум}} - \frac{G_{\text{HCO}_3^-}}{K_{\phi}}, \quad (2.1)$$

де G' – антропогенна складова стоку розглядаємого компонента сольового складу за розрахунковий період;

$G_{\text{сум}}$ – сумарний винос компонента сольового складу за розрахунковий період, який містить природну та антропогенну складові;

$G_{\text{HCO}_3^-}$ – винос гідрокарбонатного іона за розрахунковий період;

K_{ϕ} – фоновий емпіричний коефіцієнт, рівний відношенню складу гідрокарбонат-іона до вмісту відповідного компонента іонного складу у початковий період дослідження, відносно якого відраховують збільшення антропогенної складової сольового стоку.

$$G_{\text{сум}} = C \cdot V_{\text{ст}} \cdot 2,592 \cdot 10^{-6} \cdot n, \quad (2.2)$$

де C – концентрація іонів, мг/дм³;

$2,592 \cdot 10^{-6}$ – коефіцієнт перерахунку;

$V_{\text{ст}}$ – об'єм стоку р. Чорний Ташлик, $V_{\text{ст}} = 0,3$ м³/с;

n – період (кількість місяців).

$$K_{\phi} = \frac{C_{\text{HCO}_3^-}^1}{C_{\text{іона}}}. \quad (2.3)$$

Результати розрахунків по досліджуваних іонах наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунок антропогенної складової

Дата	Аніони	Сумарний винос компонента $G_{\text{сум}}$, мг/дм ³	Фоновий емпіричний коефіцієнт K_{ϕ} , мг/дм ³	Антропогенна складова G , мг/дм ³
Жовтень 2014	SO_4^{2-}	0,000892	2,471	-4,976
	Cl^-	0,000248	8,242	-1,943
Березень 2015	SO_4^{2-}	0,000147	14,242	-0,861
	Cl^-	0,000165	12,718	-0,968

Розрахунок антропогенної складової показує, що негативного антропогенного складу р. Чорний Ташлик не має. Це зумовлено тим, що біля досліджуваної території не працюють великі підприємства.

Аналізуючи дані можна зробити висновок, що концентрації речовин в зворотних водах ЗАТ «Кіровоградграніт» Помічнрянського кар'єру перевищують фонові концентрації речовин в воді р. Чорний Ташлик за таким показником, як залізо загальне.

3 ПРОБЛЕМИ ПИТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ В МЕЖАХ ОДЕСЬКОГО РЕГІОНУ

Водні ресурси Одеської області розподіляються нерівномірно. Тому розподіл води та оцінка її якості являються актуальною проблемою даного регіону. Найбільші об'єми води використовуються на господарсько-побутові, виробничі потреби, в меншій кількості – на потреби сільського господарства та зрошення.

Питне водопостачання області майже на 80 – 97 % забезпечується за рахунок поверхневих джерел [9]. Альтернативним джерелом водопостачання являються підземні води. В Одеській області розташовано 5689 артезіанських свердловин та 195 шахтних колодязів. Забезпеченість підземними водами якісною питною водою у цілому по області становить близько 3 – 20 %.

В роботі використані вихідні дані по гідрохімічних показниках якості води р. Дністер та об'єми водоспоживання по районах Одеської області, які надані Обласним управлінням водних ресурсів та ТОВ «Інфокс» філії «Інфоксводоканал» м. Одеса.

У табл. 3.1 наведено відомості щодо динаміки водокористування в Одеській області у 2011 – 2015 рр.

Класифікація якості поверхневих вод України – джерел централізованого питного водопостачання за гігієнічними і екологічними критеріями охоплює 71 показник, що застосовують для оцінювання якості питної води відповідно до санітарного законодавства (ДСТУ 4808) і має сім окремих груп: I група – 4 органолептичних показники; II група – 14 загально-санітарних показників хімічного складу води; III група – 2 гідробіологічних показники; IV група – 6 мікробіологічних показників; V група – 2 паразитологічних показники; VI група – 9 показників радіаційної безпеки; VII група – 34 пріоритетних токсикологічних показники хімічного складу води (з них: 27 – неорганічних та 7 – органічних компонентів) [32].

Таблиця 3.1 – Динаміка водокористування [31]

Показники	Одиниця виміру	Роки				
		2011	2012	2013	2014	2015
Забрано води з природних джерел, усього	млн. м ³	1699,11	1263	661,8	977,3	759,9
У тому числі:						
Поверхневої	млн. м ³	1653,0	1221	623,2	942,4	722,8
Підземної	млн. м ³	31,94	31,75	29,41	28,38	28,53
Забрано води з природних джерел у розрахунку на одну особу	м ³	711,4	527,3	276,1	-	
Використано свіжої води, усього:	млн. м ³	338,1	290,3	290,2	271,1	245,2
У тому числі на потреби:						
Господарсько-питні	млн. м ³	117,2	116,4	43,59	107,1	83,47
Виробничі	млн. м ³	67,6	40,44	7,928	40,01	43,23
Сільськогосподарські	млн. м ³	9,86	9,59	88,80	5,519	5,23
Зрошення	млн. м ³	84,75	83,75	121,1	85,65	110,9
Використано свіжої води у розрахунку на одну особу	м ³	141,6	121,2	67,19		
Втрачено води при транспортуванні	млн. м ³	161,7	71,29	67,19	94,85	71,9
	% до заб. води	9,5	5,6	10,15	-	9,5

Значення узагальненого інтегрального індексу якості води визначають за формулою:

$$I_{\text{інтегр.}} = \frac{I_I + I_{II} + I_{III} + I_{IV} + I_V + I_{VI} + I_{VII}}{7}, \quad (3.1)$$

де $I_I - I_{VII}$ – величини групових індексів, виражених у класах [32].

В Одеському регіоні на водопостачання з поверхневих джерел у 2015 р. було використано 97 % від загального об'єму. Оскільки м. Одеса і Одеська міська промислова агломерація розташована в басейні р. Дністер і використовує його води для своїх потреб, в роботі проведена оцінка якості поверхневих вод саме на прикладі р. Дністер за ДСТУ 4808 (табл. 3.2, 3.3) [32].

Таблиця 3.2 – Показники, по яким було виявлено перевищення над I класом

Блок	2007	2010	2012	2015
I. Органолептичні показники:	Без перевищень	Без перевищень	Без перевищень	Без перевищень
II. Загально-санітарні хімічні показники	Сульфати (1,7), хлориди (0,1), магній (1,9), азот нітритний (13), азот нітратний (8)	Сульфати (1,5), магній (1,8), азот нітритний (15), азот нітратний (7)	Сульфати (1,5), магній (2), азот нітритний (12,7), азот нітратний (6,5)	Сульфати (1,5), хлориди (1,1), магній (2,4), азот нітритний (4,4), азот нітратний (6)
IV. Мікробіологічні показники	Мікробне число (160), колі-індекс (93)	Мікробне число (8), колі-індекс (150)	Мікробне число (90), колі-індекс (135)	Мікробне число (37,5), колі-індекс (20,4)
VII. Токсикологічні показники хімічного складу	Без перевищень	Без перевищень	Без перевищень	Без перевищень

Оскільки на території області розташоване тільки пониззя Дністра, господарська діяльність в його верхів'ях ускладнює водопостачання населення Одеської області.

Таблиця 3.3 – Блокові та інтегральні індекси якості води

Блок	2007	2010	2012	2015
I. Органолептичні показники:	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
	«Відмінна», дуже чиста вода	«Відмінна», дуже чиста вода	«Відмінна», дуже чиста вода	«Відмінна», дуже чиста вода
II. Загально-санітарні хімічні показники	2 (2(1))	2 (2)	2 (2)	2 (2)
	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої	«Добра», чиста вода прийнятної якості	«Добра», чиста вода прийнятної якості	«Добра», чиста вода прийнятної якості
IV. Мікробіологічні показники	3 (2-3)	2 (2(3))	2 (2(3))	2 (2(3))
	Вода, перехідна за якістю від «доброї», чистої до «задовільної», слабко забрудненої	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «задовільної», слабко забрудненої прийнятної якості	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «задовільної», слабко забрудненої прийнятної якості	«Добра», чиста вода з ухилом до класу «задовільної», слабко забрудненої прийнятної якості
VII. Токсикологічні показники хімічного складу	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
	«Відмінна», дуже чиста вода	«Відмінна», дуже чиста вода	«Відмінна», дуже чиста вода	«Відмінна», дуже чиста вода
Інтегральний індекс ($I_{інтегр.}$)	2 (1-2) Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої	2 (1-2) Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої	2 (1-2) Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої	2 (1-2) Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої

В роботі приведено блокові індекси показників якості та узагальнений інтегральний показник по роках, що дає змогу віднести воду з р. Дністер до 2 класу підкласу 1 – 2 – вода перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої.

Проведений аналіз якості води з р. Дністер показав, що в період з 2007 по 2015 рр. якість води не сильно не змінювалась. В 2010, 2012 та 2015 рр. погіршилась якість води по загально-санітарним хімічним показникам, та покращилась по мікробіологічним. Також в 2010, 2012 рр. відсутні перевищення по вмісту хлоридів. Проте інтегральний індекс у ці роки не змінювався.

4 ЯКІСТЬ БЮВЕТНОЇ ПИТНОЇ ВОДИ В М. ОДЕСА І ЗАХВОРЮВАНІСТЬ НАСЕЛЕННЯ НА ХВОРОБИ СИСТЕМИ КРОВООБИГУ

В м. Одеса централізоване водопостачання здійснюється з р. Дністер. І хоча дністровська вода проходить відповідну обробку, проте через незадовільний стан міської водопровідної мережі питна вода містить вторинне бактеріальне і вірусне забруднення. Бактеріальне забруднення усувається шляхом хлорування води перед подачею у міський водопровід. Для пригнічення вірусного забруднення також використовують хлор у досить високих концентраціях, хоча і без задовільного ефекту. Тому, описуючи процес хлорування водопровідної води в м. Одеса, доцільно використовувати термін «гіперхлорування». Через вказані причини у водопровідній воді утворюється велика кількість хлорорганічних речовин, багато з яких є не лише токсичними, а й мають мутагенні, тератогенні і канцерогенні властивості. Тому ще у 90-х роках 20-го ст. для м. Одеса повстала проблема забезпечення населення якісною водою саме для питних цілей, для чого було розроблено цілий ряд різноманітних заходів.

Одним з цих заходів, який суттєво вплинув на ситуацію, стало формування мережі бюветів. Бюветне водопостачання м. Одеса є одним з важливих альтернативних джерел водопостачання населення питною водою. У відповідності до Одеської міської програми раціонального водокористування та збереження питної води, поліпшення водопостачання населення «Чиста вода» на 2001 – 2006 рр. [33], починаючи з 2001 р. на території міста були відкриті і функціонують 15 бюветних комплексів. Забір води здійснюється з Верхньосарматського водоносного горизонту, якість вод якого не дозволяє використовувати їх без попереднього кондиціювання [34 – 35]. Тому бювети обладнані сучасними технологіями очищення води, які включають такі стадії очищення як механіко-каталітичне фільтрування,

зворотньоосмотичне опріснення частини об'єму води, змішування води, що пройшла зворотньоосмотичне очищення, з водою, яка пройшла механічне фільтрування, у певному співвідношенні, озонування води, збалансованої за мінеральним складом, адсорбційне очищення озонованої води на фільтрах і вторинне озонування води перед подачею споживачам [35].

Наслідком цих заходів є досить високе очищення б'юветних вод. Проте очищення є настільки істотним, що вміст деяких показників стає нижчим за необхідне – відбувається порушення нижньої межі для певних показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод. У першу чергу, мова йде про такі показники як жорсткість, а також вміст кальцію і магнію.

Саме з низькими значеннями цих показників у б'юветній воді пов'язують можливість виникнення і поширення серед населення хвороб системи кровообігу, які тривалий період часу залишаються основною причиною смерті населення розвинутих країн.

Існує велика кількість посилянь на те, що особливості мінерального складу питної води, в тому числі такі показники якості питної води як загальна жорсткість, а також вміст кальцію і магнію, можуть відігравати провідну роль у формуванні хвороб системи кровообігу, а також ряду інших захворювань, які досить ефективно узагальнені Івановим А.В. та співавторами [36]. Подібні дослідження проводилися ще з середини ХХ ст. і давали досить важливі результати [37]. Це питання також привернуло увагу дослідників ВОЗ і стало предметом експертних досліджень [38].

Щодо вивчення особливостей мінерального складу питної води, як при централізованому, так і б'юветному водопостачанні, а також відповідності цього складу вимогам діючих нормативних документів щодо фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води, для м. Одеса і Одеської області ці питання досліджувалися у публікаціях останніх років [34 – 35, 39 – 41]. Проте, у більшості випадків такі роботи переважно вивчають особливості складу питних вод, а дослідження результатів такого водоспоживання з точки зору наслідків для здоров'я населення носять

переважно теоретичний характер. Істотну увагу вивченню ролі показників мінерального складу води у формуванні захворюваності, у тому числі на хвороби системи кровообігу, приділено у дослідженнях Ворохти Ю.М. [39], які здійснювалися для території Одещини. Вони були присвячені вивченню різноманітних складових мінерального складу питних вод і їх впливу на формування різних класів хвороб з широким використанням кореляційного аналізу. Всі ці роботи вказують на актуальність досліджень, спрямованих на оцінку ролі мінерального складу питних вод у формуванні захворюваності населення на хвороби системи кровообігу.

Метою дослідження є виявлення наслідків використання бюветної води м. Одеса, яка характеризується порушенням вимог нормативів фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води, у формуванні захворюваності населення міста на хвороби системи кровообігу. Для цього вирішались такі задачі:

- по-перше, було досліджено сольовий склад питної води, яка постачається населенню м. Одеса через мережу бюветів;
- по-друге, були досліджені показники захворюваності населення міста на хвороби системи кровообігу (як у цілому, так і на окремі нозологічні форми) у м. Одеса;
- по-третє, були проаналізовані основні тенденції щодо змін показників захворюваності на хвороби системи кровообігу на тлі особливостей споживання населенням питної води з бюветів.

Ступінь очищення підземних вод від макрокомпонентів в бюветах м. Одеса складає від 19,5 % до 76,2 % в залежності від якості вихідної води. Виключенням є підземна вода в бюветному комплексі № 6 (вул. Кримська), де ступінь очищення від 96,8 % до 99,2 %, тобто здійснюється практично повне опріснення води [35]. Так, відбувається доведення якості підземних вод до гігієнічних нормативів за санітарно-хімічними показниками.

Пріоритетним катіоном, що постійно виявляється у зразках підземної воли, є двовалентне залізо, для видалення якого у технологіях підготовки

води передбачено застосування механіко-каталітичних фільтрів. Пріоритетними мікрокомпонентами (забруднювальними речовинами) підземної води є броміди та борати [35].

Як в природній, так і очищеній воді реєструється перевищення нормативного значення вмісту бору для питної води (періодично спостерігаються процеси десорбції борат-аніону із артезіанських вод до очищеної води). У цьому випадку ефективним є зворотній осмос: збільшуючи долю води, що опріснюється, підвищують і ефективність видалення [35].

І хоча ці заходи не завжди є ефективними щодо речовин, на які вони спрямовані (порушення нормативу вмісту бору в очищеній бюветній воді в окремих випадках спостерігаються на усіх 15 бюветах міста [35]), проте значення таких показників сольового складу води як жорсткість, а також вміст іонів кальцію і магнію значно зменшується.

На рис. 4.1 представлено територіальний розподіл показника жорсткості бюветних вод до очищення і після. Можна побачити, що до очищення артезіанської води показник жорсткості перевищує верхню межу нормативу фізіологічної повноцінності (7 ммоль/дм^3) на трьох бюветах міста, а на дванадцяти інших знаходиться в межах цих норм, причому на деяких з цих бюветів значення жорсткості досить близькі до нижньої межі норми ($1,5 \text{ ммоль/дм}^3$). Після очищення відбувається порушення нижньої межі нормативу жорсткості на сімох бюветах (майже половина). Особливу увагу привертає бювет, розташований на вул. Кримській, де через майже повне опріснення, значення показника жорсткості у 18,8 разів менше за значення нижньої межі нормативу біологічної повноцінності.

На рис. 4.2 представлений графік, який характеризує територіальний розподіл такої складової жорсткості як кальцій. Аналіз цього графіку показує, що вже у природній воді значення вмісту кальцію знаходяться в межах норм фізіологічної повноцінності (від 25 мг/дм^3 до 75 мг/дм^3). А після застосування описаних вище методів очищення вміст кальцію істотно

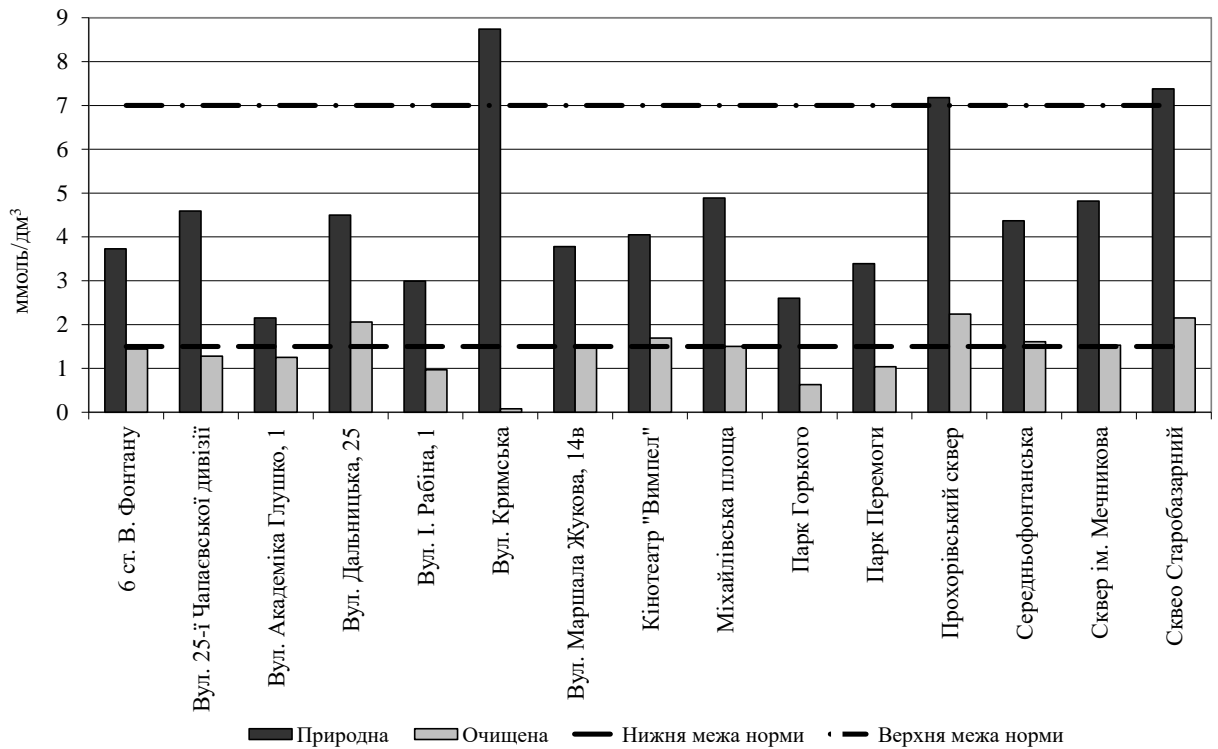


Рисунок 4.1 – Територіальний розподіл показника жорсткості (середньорічні значення) в природній і очищеній воді бюветів м. Одеса.

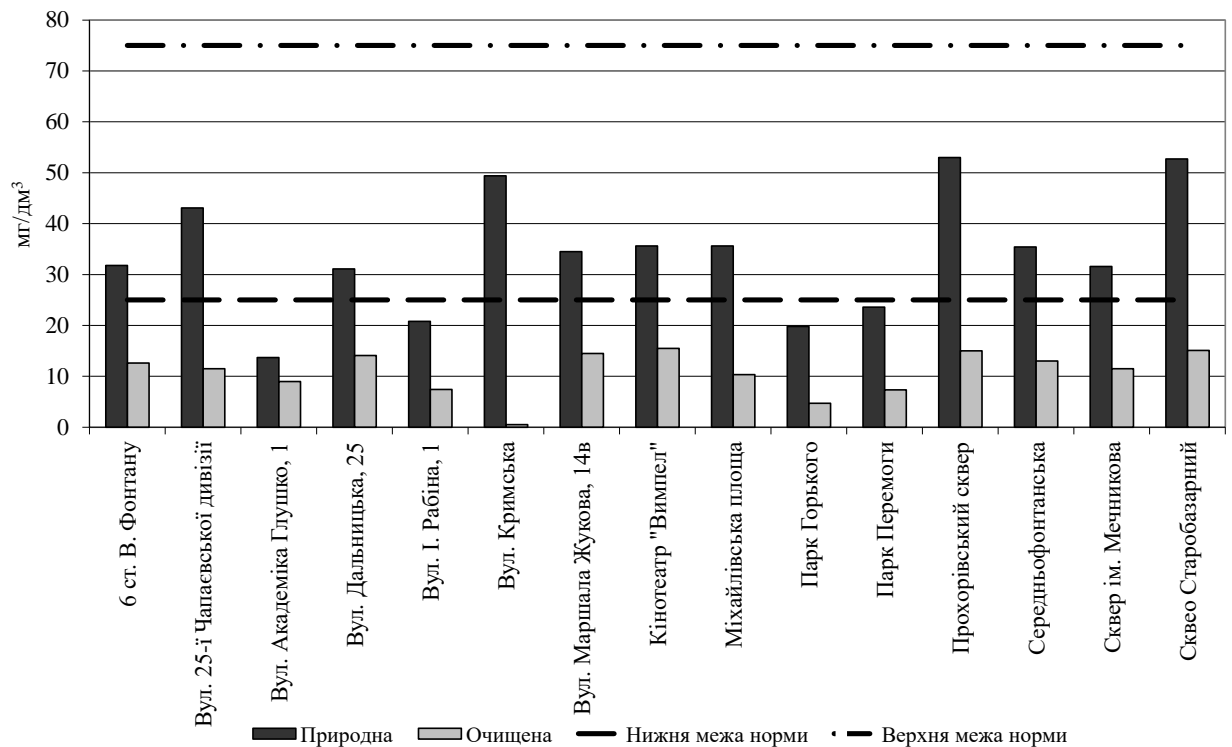


Рисунок 4.2 – Територіальний розподіл вмісту кальцію (середньорічні значення) в природній і очищеній воді бюветів м. Одеса.

зменшується і стає меншим за нижню межу нормативу фізіологічної повноцінності питної води на усіх п'ятнадцяти бюветах міста.

Досить несприятливою є ситуація і з вмістом магнію в очищеній бюветній воді. На рис. 4.3 можна побачити, що порушення нижньої межі нормативу біологічної повноцінності (для магнію вона складає діапазон від 10 мг/дм³ до 50 мг/дм³, на графіку верхня межа нормативу не вказана, оскільки пролягає значно вище найбільшого з представлених значень показника) в бюветній воді після очищення відбувається на майже половині бюветів міста (7 бюветів з 15).

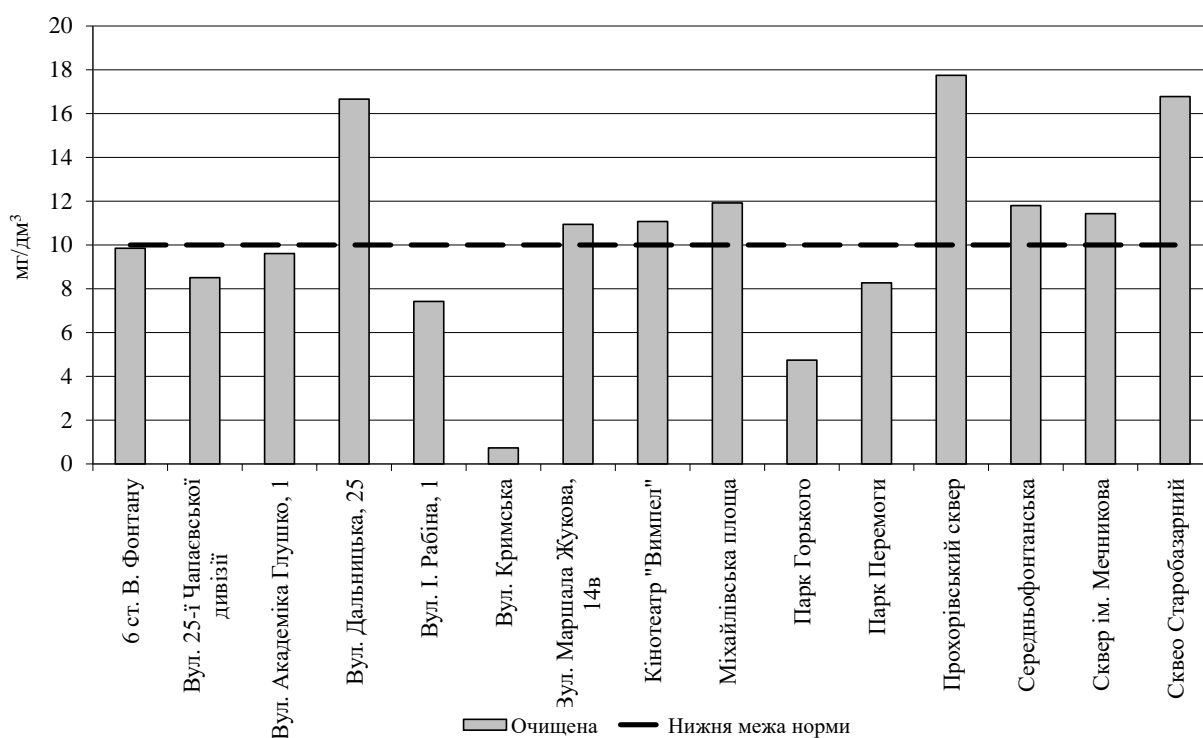


Рисунок 4.3 – Територіальний розподіл вмісту магнію (середньорічні значення) в очищеній воді бюветів м. Одеса.

Також, слід зазначити, що кальцієво-манієве співвідношення знаходиться в діапазоні від 0,73 (вул. Кримська) до 1,4 (кінотеатр «Вимпел»), тобто на усіх бюветах м. Одеса цей показник нижчий за 1,5, що в літературних джерелах [39] вважається додатковим фактором ризику захворюваності на хвороби системи кровообігу.

Ще одне порушення вимог фізіологічної повноцінності мінерального складу бюветних питних вод спостерігається щодо вмісту такого катіону як натрій. За вимогами діючого СанПіН [42] цей норматив знаходиться в діапазоні від 2 мг/дм³ до 20 мг/дм³, а фактичний вміст натрію в бюветній воді після очищення складає від 25,5 мг/дм³ (вул. Кримська) до 168,5 мг/м³ (вул. Академіка Глушко, 1). Таким чином вміст натрію в питній воді перевищує верхню межу нормативу фізіологічної повноцінності мінерального складу на кожному з 15 бюветів, а найбільше значення такого перевищення сягає 8,4 рази (в бюветі по вул. Академіка Глушка, 1). Спеціалісти пов'язують збільшення частоти хвороб системи кровообігу у тому числі і з надлишковим потраплянням в організм хлористого натрію [43].

Крім того, випадки порушення нижньої межі нормативу фізіологічної повноцінності мінерального складу очищених бюветних вод спостерігаються для таких показників як лужність (норматив від 0,5 ммоль/мг³ до 6,5 ммоль/мг³) та сухий залишок (норматив від 200 мг/дм³ до 500 мг/дм³) в бюветі, розташованому по вул. Кримській, лужність питної води якого складає 0,26 ммоль/дм³, а вміст сухого залишку – 84,8 мг/дм³ (це є результатом надінтенсивного очищення – майже опріснення води саме на цьому бюветі, який різко відрізняється від інших бюветів і характеризується вмістом сухого залишку у воді з свердловини, який складає 3543,4 мг/дм³).

Для аналізу захворюваності населення м. Одеса на хвороби системи кровообігу були проаналізовані такі показники медичної статистики як поширеність (загальна кількість зареєстрованих хворих на 100 тис. населення) і захворюваність (кількість зареєстрованих хворих, які захворіли уперше, на 100 тис. населення) як для всього класу хвороб системи кровообігу в цілому, так і окремо для таких нозологічних форм цього класу хвороб як стенокардія, гіпертонічна хвороба, ішемічна хвороба серця, гострий інфаркт міокарду та цереброваскулярні хвороби.

Вказані показники в м. Одеса досліджувалися для двох часових періодів: перший – з 1998 по 2002 рр., другий – з 2008 по 2012 рр. Таким

чином було досліджено два часових періоди, кожен з яких складає 5 років, які аналізувалися паралельно, і аналіз яких дозволяє дослідити зміни ситуації у стані захворюваності населення на хвороби системи кровообігу, які відбулися за 10-річний період.

Слід зазначити, що період відкриття бюветних комплексів прийшовся на початок 2000 років (переважно 2002 – 2003 рр.). Тому для м. Одеса значення показників захворюваності на хвороби системи кровообігу за 1998 – 2002 рр. (період до початку користування населення бюветною водою) характеризують ситуацію до початку інтенсивного споживання бюветної питної води, а за період 2008 – 2012 рр. (період після тривалого користування цією водою) – ситуацію, коли вже були відкриті усі бюветні комплекси і населення досить інтенсивно використовувало бюветну воду для питних цілей.

Також як своєрідний критерій були використані значення обох показників захворюваності (поширеність і захворюваність) для відповідних захворювань в Україні за 2008 – 2012 рр.

Усі вказані показники у графічному вигляді представлені на рис. 4.4 і 4.5, аналіз яких дозволив не тільки дослідити їх динаміку за відповідні часові періоди, і, одночасно, проаналізувати, як змінювалася ситуація за десятирічний період в м. Одеса, а також, як сучасна ситуація в м. Одеса співвідноситься з ситуацією в Україні. Проаналізувавши графіки динаміки поширеності і захворюваності на хвороби системи кровообігу (рис. 4.4), а також певних нозологічних форм цього класу хвороб (рис. 4.4 – 4.5), можна зазначити певні особливості динаміки цих показників.

Аналіз показника поширеності на рис. 4.4 – 4.5 показує, що його значення характеризуються загальною тенденцією до зростання як у період 1998 – 2002 рр., так і 2008 – 2012 рр. Якщо оцінювати зростання поширеності за десятирічний період між цими роками, то можна зазначити, що для хвороб системи кровообігу показник поширеності збільшився в 1,4 – 1,6 рази, для стенокардії – в 1,4 рази, для гіпертонічної хвороби – у 1,4 – 1,6 рази, для

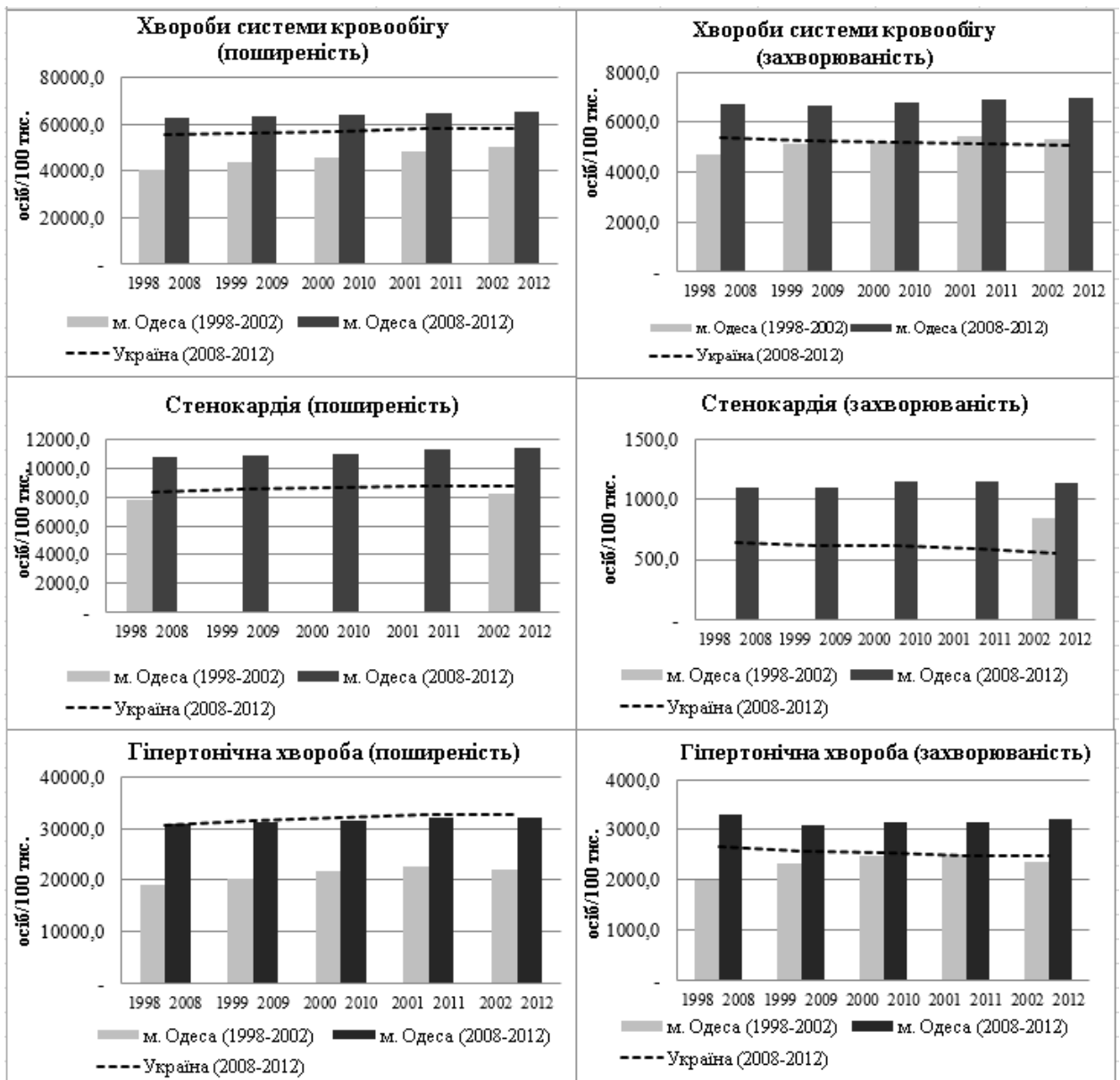


Рисунок 4.4 – Графіки часового ходу показників поширеності та захворюваності на хвороби системи кровообігу та певні нозологічні форми хвороб системи кровообігу у різні роки в м. Одеса і Україні.

ішемічної хвороби серця – в 1,3 – 1,4 рази, а для цереброваскулярних хвороб – в 1,3 рази. Виключенням є лише одна нозологічна форма – гострий інфаркт міокарду, для якого ці показники залишаються приблизно на одному рівні.

Ця тенденція спостерігається на тлі переважно зростання відповідного показника поширеності у останні роки в Україні в цілому (окрім гострого

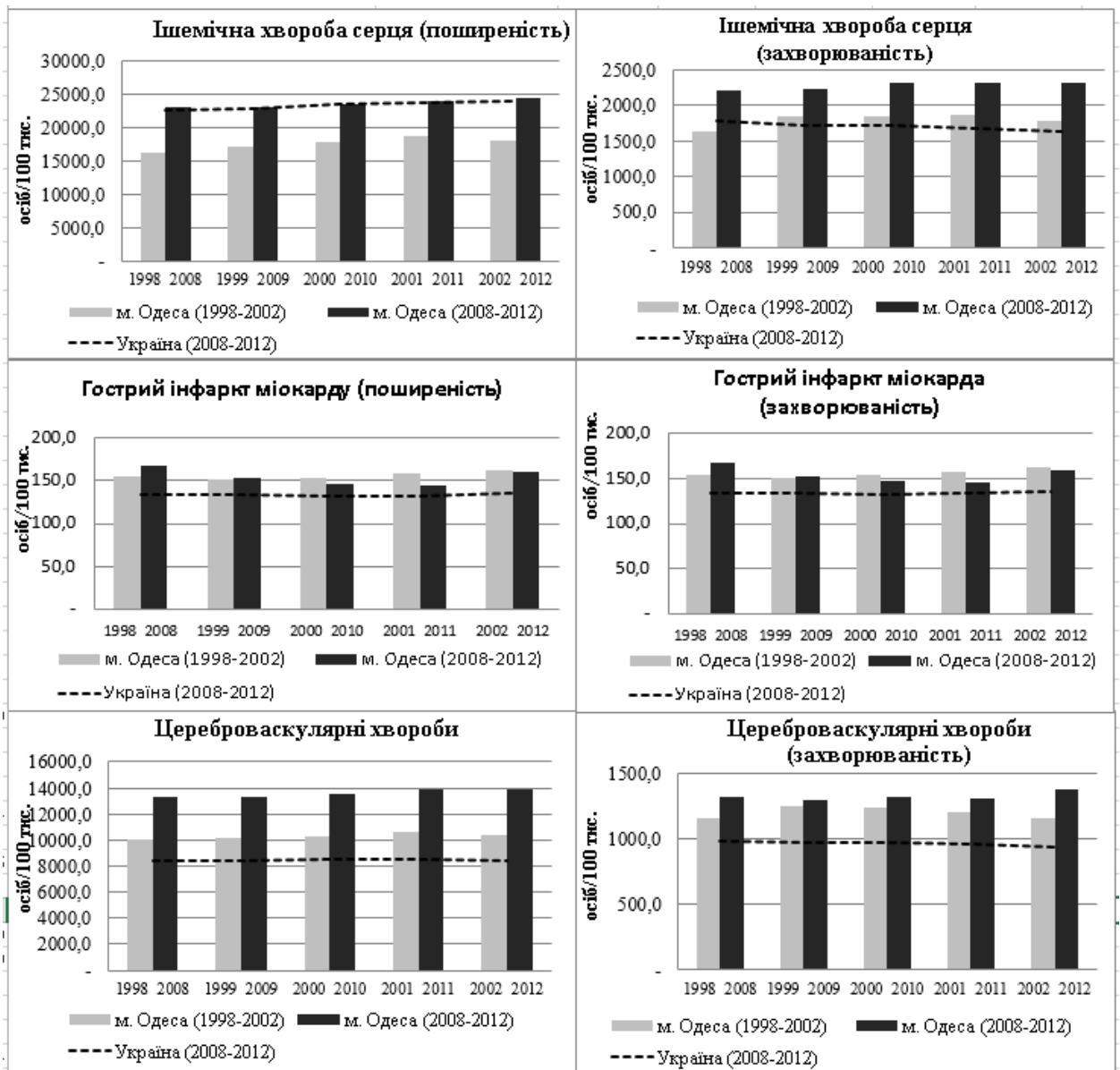


Рисунок 4.5 – Графіки часового ходу показників поширеності та захворюваності на певні нозологічні форми хвороб системи кровообігу у різні роки в м. Одеса і Україні.

інфаркту міокарду та цереброваскулярних хвороб, поширеність яких в Україні залишається на постійному рівні).

Крім того, в період 2002 – 2012 рр. показник поширеності по м. Одеса перевищує відповідні значення по Україні як для усіх хвороб системи кровообігу (в 1,1 рази), так і для більшості нозологічних форм цього класу хвороб, а саме для стенокардії – в 1,3 рази, для гострого інфаркту міокарду – в 1,1 – 1,3 рази, а для цереброваскулярних хвороб – в 1,6 рази.

Проаналізувавши графіки показника захворюваності на хвороби системи кровообігу в цілому і на окремі нозологічні форми, також можна зазначити ряд особливостей. У першу чергу слід підкреслити, що, як і поширеність, захворюваність в м. Одеса має переважно додатну динаміку як в період 1998 – 2002 рр., так і в період 2008 – 2012 рр., хоча ця динаміка не є настільки вираженою, як у поширеності, але на фоні від'ємної динаміки в Україні (2008 – 2012 рр.) це є додатковою ознакою несприятливої ситуації в м. Одеса.

В м. Одеса показник захворюваності на хвороби системи кровообігу з 1998 – 2002 рр. до 2008 – 2012 рр. збільшився в 1,3 – 1,4 рази, на стенокардію – в 1,4 рази, на гіпертонічну хворобу – в 1,2 – 1,7 рази, на ішемічну хворобу серця – в 1,2 – 1,4 рази, на цереброваскулярні хвороби – в 1,1 – 1,2 рази.

Захворюваність на гострий інфаркт міокарду як і у випадку поширеності залишається виключенням, для якого значення показника у 2008 – 2012 рр. залишаються на рівні, близькому до рівня 1998 – 2002 рр.

Для показника захворюваності в м. Одеса досить актуальним є порівняння значень показника в м. Одеса з відповідними значеннями по Україні за матеріалами 2008 – 2012 рр. На відміну від поширеності, захворюваність по м. Одеса вища за значення в Україні як для хвороб системи кровообігу в цілому, так і для кожної дослідженої нозологічної форми без виключення. Іноді такі перевищення є досить істотними, а саме для хвороб системи кровообігу вони складають 1,3 – 1,4 рази, для стенокардії – 1,7 – 2,1 рази, для гіпертонічної хвороби – 1,2 – 1,3 рази, для ішемічної хвороби серця – 1,3 – 1,4 рази, для гострого інфаркту міокарду – 1,1 – 1,3 рази, для цереброваскулярних хвороб – 1,3 – 1,5 рази.

Слід додати, що якщо для України переважно спостерігається сприятлива від'ємна динаміка (хвороби системи кровообігу, стенокардія, гіпертонічна хвороба, ішемічна хвороба серця, цереброваскулярні хвороби), то в м. Одеса переважно спостерігається зростання показника захворюваності

(хвороби системи кровообігу, стенокардія, ішемічна хвороба серця, цереброваскулярні хвороби) або значення показників знаходяться на одному рівні (гіпертонічна хвороба, гострий інфаркт міокарду), що робить ситуацію в м. Одеса ще більш несприятливою.

В результаті проведеної роботи можна зробити ряд висновків щодо ролі якості б'юветної води м. Одеса, яка використовується населенням для питного споживання, у формуванні захворюваності населення на хвороби системи кровообігу:

1. Питна вода б'юветів м. Одеса внаслідок надлишкового очищення в процесі водопідготовки характеризується численними порушеннями таких нормативів фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод як жорсткість, вміст катіонів кальцію, магнію, натрію, а крім того несприятливим кальцієво-магнієвим співвідношенням.
2. Виявлені у дослідженні особливості сольового складу питної б'юветної води м. Одеса можна розглядати як фактор, здатний сприяти формуванню захворюваності на хвороби системи кровообігу.
3. Місто Одеса характеризується досить несприятливою ситуацією щодо хвороб системи кровообігу, як в цілому, так і за певними нозологічними формами – відбувається зростання показників захворюваності у часі, і вони є гіршими у порівнянні із відповідними даними по Україні.
4. Використання б'юветної води в м. Одеса, яка не відповідає сучасним вимогам нормативів фізіологічної повноцінності сольового складу, стало для мешканців важливим фактором, який вже вплинув на ситуацію щодо захворюваності на хвороби системи кровообігу і може сприяти подальшому її погіршенню.

5 ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ПЕСТИЦИДІВ В УМОВАХ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Застосування засобів захисту рослин для контролю шкідливих організмів є невід'ємною складовою частиною сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Херсонщина є основним постачальником сільськогосподарської продукції для всіх областей України. Складні кліматичні та ґрунтові умови потребують використання сучасних засобів захисту рослин для отримання високих та стійких врожаїв як зернових, так і технічних і овочевих культур. Нажаль до складу пестицидів входить велика кількість шкідливих для рослин речовин, тому необхідно ураховувати їх токсикологічну дію.

Питаннями захисту рослин займалися учені Дітер Гайнріх і Манфред Гергт (2001 р.) в своїх працях [44]. Вчені В. Васильєв, П. Дмитренко, В. Кравецький та Л. Бублик запропонували емпіричне рівняння для розрахунку небезпеки асортименту пестицидів під час планування навантаження заходів захисту рослин, що визначається агроекотоксикологічним індексом (АЕІ) [45].

Метою дослідження є аналіз сучасного стану вмісту пестицидів у ґрунтах Херсонської області та їх екотоксикологічна оцінка.

Щоб зберегти сприятливу екологічну ситуацію в локальному й регіональному масштабах, потрібно нормувати кількість та асортимент пестицидів на рівні, що відповідає інтенсивності процесів самоочищення сільськогосподарських ландшафтів. Найліпший варіант системи хімічних заходів із захисту рослин встановлюють на основі аналізу трьох параметрів: властивостей препарату, кількісного навантаження їх на території та інтенсивності розкладу в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Показником властивостей використовуваного асортименту пестицидів є середньозважений ступінь їхньої небезпеки ($C_{сн}$) який обчислюється за

формулою [45]:

$$C_{CH} = \frac{C_{CH1}m_1 + C_{CH2}m_2 + \dots + C_{CHn}m_n}{M}, \quad (5.1)$$

де C_{CH1} , C_{CH2} , C_{CHn} – ступінь небезпеки даного пестициду;

m – запланована або використана кількість одного пестициду;

M – загальна кількість усіх пестицидів.

Навантаження пестицидів на територію господарства, району вимірюють екотоксикологічної дозою ($D_{ект}$).

$$D_{ект} = \frac{M_c}{S}, \quad (5.2)$$

де M_c – сумарна сезонна витрата пестицидів, кг, л;

S – загальна орна площа, га.

Для оцінки сучасного стану внесення пестицидів у ґрунти Херсонської області була використана інформація про значення концентрацій пестицидів у 2010 р., яка представлена на рис. 5.1.

З графіку видно, що використання пестицидів за 2010 р. по районах Херсонської області є нерівномірним. Кількість внесених пестицидів в районах різна, є збільшення загальної маси використаних пестицидів типу Брейк, Карбофос та Гематокс, що при правильному використанні дають високі врожаї при відносно невеликій собівартості та мають тривалий ефект. В основному застосовуються пестициди, що характеризуються контактним спектром, та інсектициди.

Проте не тільки безперервне внесення пестицидів впливає на якість ґрунтів та їх врожайність. Пестициди, що були використані в сільському господарстві на зразок ДДТ й досі є в ґрунтах Херсонської області в кількостях, що подекуди високі, втім не перевищують $ГДК$.

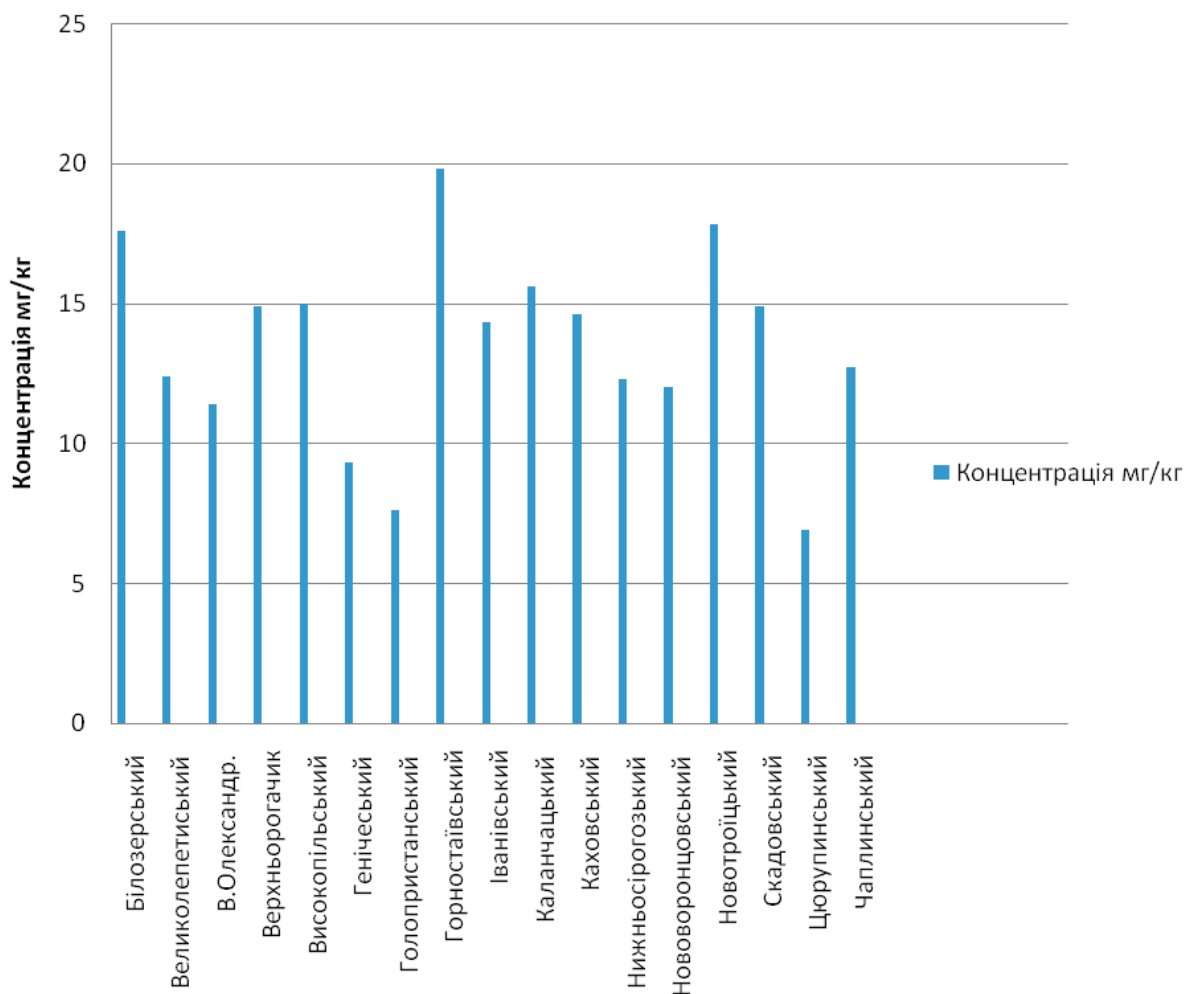


Рисунок 5.1 – Динаміка внесених пестицидів за 2010 р.

Крім цього ДДТ володіє токсичним впливом на живі організми різних рівнів харчового ланцюга, які в низці випадків неминуче пригнічують дію на життєво важливі функції або викликають смерть живого організму. Такий вплив на навколишнє середовище може спричинити зміну видового складу флори і фауни аж до повного знищення харчового ланцюга, що в свою чергу може викликати загальну кризу і спричинити незворотні процеси деградації екосистеми ґрунтів. Так ДДТ був виявлений в Антарктиці в тисячах кілометрів від найближчих місць застосування цього хімікату.

Аналіз ґрунтів господарств області проводився на вміст стійких хлорорганічних пестицидів (ДДТ, ГХЦГ) і 2,4-Д, які є основними забруднювачами ґрунтів Херсонської області. Аналізуючи вміст залишкових кількостей ДДТ (суми метаболітів) слід відмітити, що із 100 %

проаналізованих проб забруднених було 45 %. Максимальний вміст становив 0,046 мг/кг при *ГДК* 0,1 мг/кг.

По ГХЦГ (суми ізомерів) перевищень *ГДК* не виявлено, із 100 % проаналізованих проб забруднених було 48 %. Виявлено максимальний вміст 0,009 мг/кг при *ГДК* 0,1 мг/кг. Рівень забруднення зразків препаратом 2,4-Д становить 14,9 %. Аналіз динаміки залишкових кількостей пестицидів в ґрунтах Херсонської області показав, що по препарату ГХЦГ за останні 5 років різких змін у виявленні ізомерів не помічено. По препарату ДДТ зберігається загальна тенденція до зниження рівня забрудненості ґрунтів і зменшення кількості перевищень гранично допустимих кількостей. Вміст препарату 2,4-Д (амінна сіль) в ґрунтах за останні роки різко знизився, що пов'язано з обстеженням в попередніх роках мало забруднених районів. Визначення вмісту залишкових кількостей пестицидів у ґрунтах у Херсонській області з 2009 по 2014 рр. наведені на рис. 5.2.

Даний графік показує, що по районах Херсонської області при визначенні залишкових кількостей пестицидів у ґрунтах сільськогосподарських угідь не виявлено перевищення *ГДК* ДДТ, а в ґрунтах під садовими ділянками Херсонської області в деяких випадках.

Аналізуючи дану діаграму, можна зробити такі висновки. Найбільші значення вмісту пестициду ДДТ спостерігаються у північних районах області, найменші у західних районах.

Найчастіше в ґрунтах зустрічаються препарати ДДТ та його метаболіти симазин, семерон, ГХЦГ і його ізомери – ТХАН, атразин. Також в ґрунтах Херсонської області накопичена велика кількість ГХЦГ та його похідних.

На рис. 5.3 показано вміст пестициду ГХЦГ по районах Херсонської області. З графіку видно, що забруднення ґрунтів є різним по території області.

Аналізуючи дану діаграму можна зробити такі висновки. Найбільші значення вміст пестициду ГХЦГ спостерігаються у західному районі області

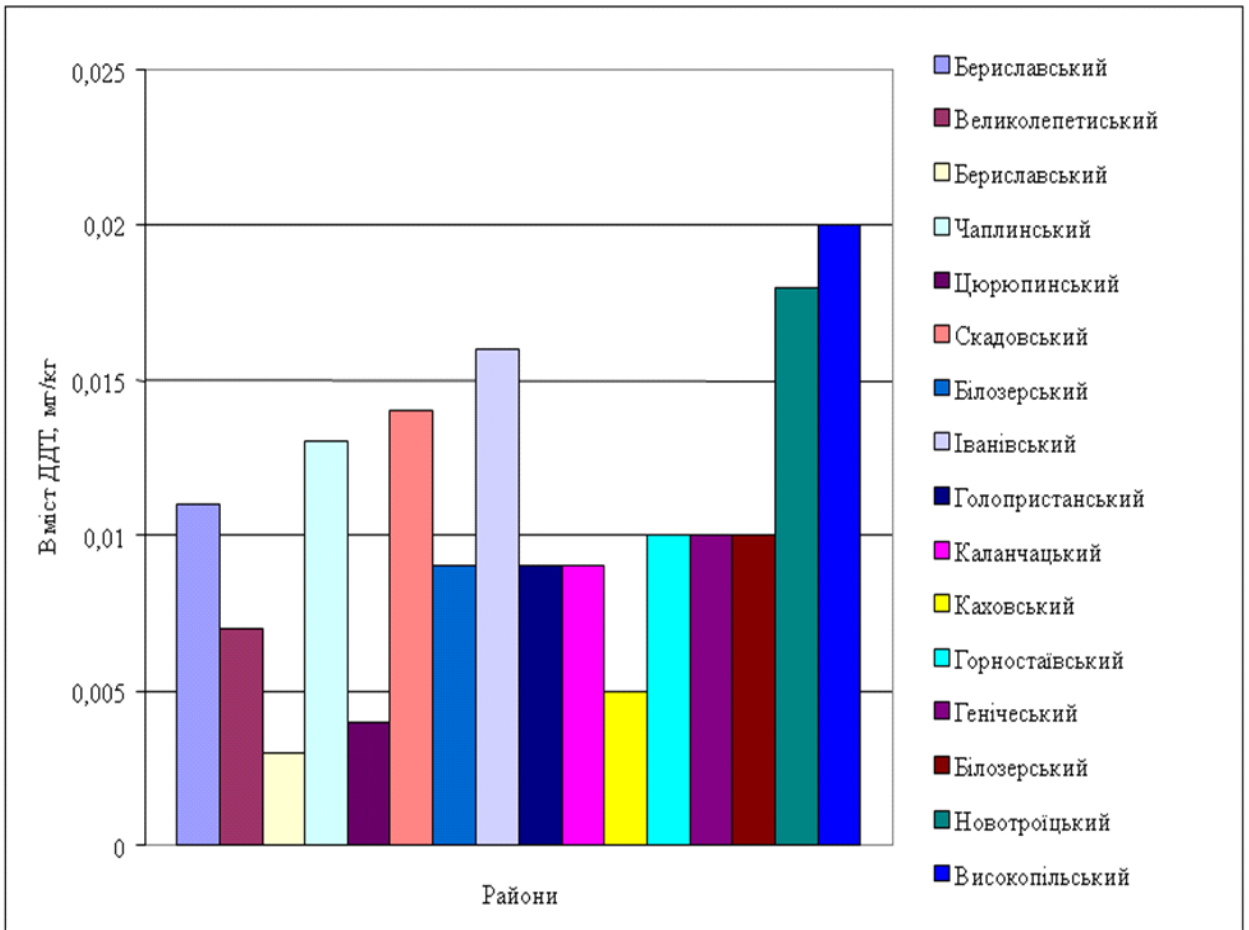


Рисунок 5.2 – Вміст пестициду ДДТ по районах Херсонської області.

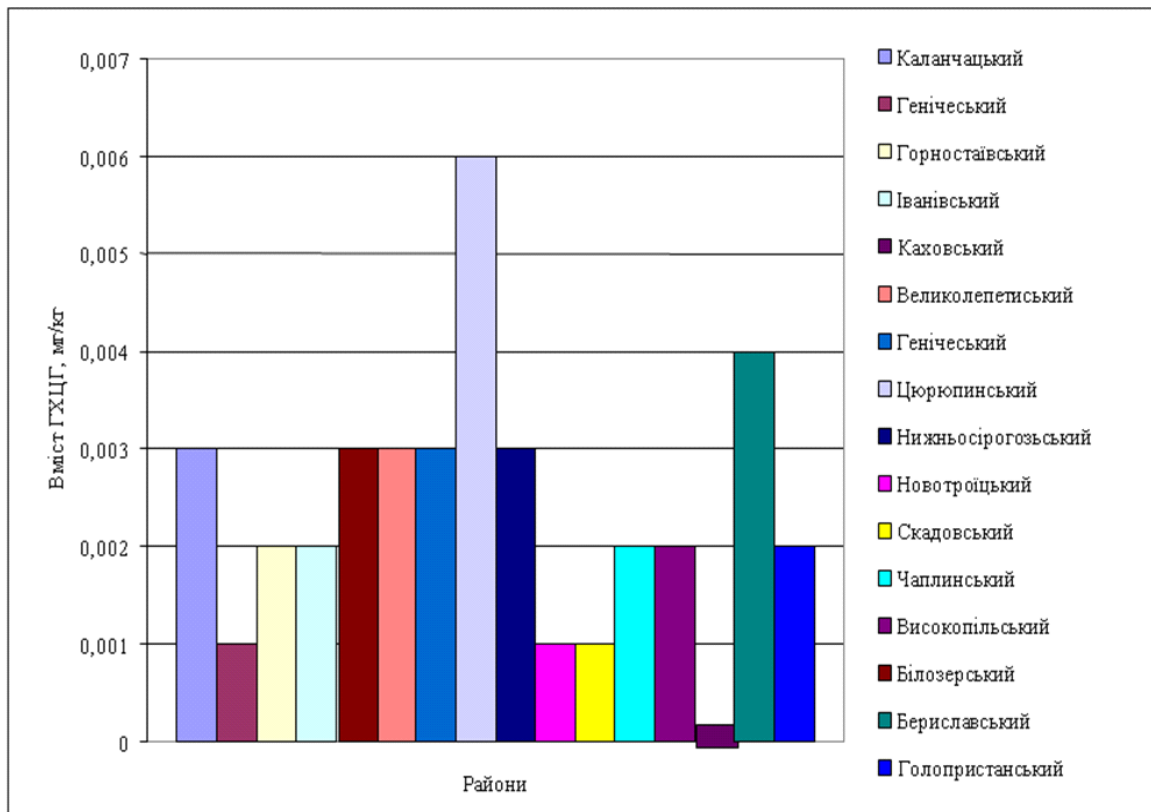


Рисунок 5.3 – Вміст пестициду ГХЦГ по районах Херсонської області.

(Цюрюпинському), найменші у більшості західних районів області. Такий нерівномірний розподіл можливо пояснюється специфікою вирощування сільськогосподарських культур та особливостями агротехнічних заходів.

Територія Херсонської області відноситься до найбільш навантаженої з точки зору вирощування сільськогосподарських культур. Для отримання високих та стабільних врожаїв необхідно застосування хімічних засобів захисту рослин, а також рекомендовано використання зрошення. Виконана екоотоксикологічна оцінка дозволяє зробити висновок про незначне забруднення ґрунтів Херсонської області пестицидами, що дозволяє зробити висновок про можливе використання цієї території для цілей вирощування сільськогосподарських рослин.

6 МОДЕЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ НАКОПИЧЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИНАХ ПІД ВПЛИВОМ ЗРОШЕННЯ В УМОВАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

На сучасному етапі розвитку науки все більше уваги приділяється оцінці стану навколишнього середовища, який в значній мірі визначається інтенсивністю антропогенного пливу. Одеська область належить до найбільш навантажених з точки зору використання земельних ресурсів, тому проблема її екологічного стану є досить актуальною.

Сучасним методом оцінки впливу на агроєкосистеми інтенсифікації сільськогосподарського виробництва є використання математичних моделей. Одеська область відноситься до зони з недостатніми та нестійкими умовами зволоження, тому для отримання високих та стійких врожаїв необхідно використання зрошення. Необхідність у створенні математичних моделей транспорту радіонуклідів в агросфері в значній мірі пов'язана із широким спектром впливу режиму зрошення на якісні та кількісні характеристики врожаю сільськогосподарських культур [46].

У моделях вертикальної міграції радіонуклідів звичайно враховується два механізми, що визначають швидкість протікання цього процесу, – конвективний і квазидифузійний [47]. Ґрунт у цьому випадку розглядається як середовище, що складається з трьох фаз: твердої (ґрунтові частки), рідкої (ґрунтова волога) і газоподібної (ґрунтове повітря). Однак усе різноманіття процесів, від яких залежить переміщення радіонуклідів у профілі ґрунтів, зводиться до двох їх результуючих, які описуються узагальненими параметрами, що відносяться до усіх фаз одночасно. Це дозволяє розглядати процес міграції аналогічно руху мікродомішки в колонці з адсорбентом і застосувати для його опису тарілкову теорію динаміки сорбції. Уперше це було зроблено в роботах С.В. Торнтуейта із співавторами.

Особливе значення в моделюванні міграції радіонуклідів у профілі

ґрунтів мають роботи радянських учених В.М. Прохорова, Л.В. Кириченко, В.Л. Анохіна, І.Є. Константинова, Ю.М. Свірежева, якими були узагальнені теоретичні й експериментальні дослідження в цій області. У припущенні про наявність стану динамічної рівноваги між радіонуклідами, що знаходяться у твердій і рідкій фазах ґрунту, в роботах цих авторів було запропоноване й обґрунтоване використання при описі міграції радіонуклідів рівняння конвективної дифузії [48].

Метою дослідження є за допомогою математичної моделі оцінити вплив зрошення на поглинання сільськогосподарськими рослинами радіонуклідів в умовах Одеської області.

Моделювання переносу радіонуклідів у сільськогосподарських екосистемах виконувалося на основі модифікованої математичної моделі, розробленої для оцінки забруднення сільськогосподарських продуктів в умовах використання радіоактивно забруднених джерел води для поливного землеробства [49].

Накопичення радіонуклідів у рослинах на зрошуваних землях відбувається внаслідок кореневого надходження радіонуклідів, що знаходяться в ґрунті внаслідок безпосереднього надходження радіонуклідів з поливної води в листя.

Сумарна активність, яка утримується наземною частиною рослин при поливі, може бути представлена як :

$$A_i = f_{w,i} \cdot A_w, \quad (6.1)$$

де A_i – сумарна питома активність рослини;

$f_{w,i}$ – фракція утримання;

A_w – питома поверхнева активність при поливі.

Частка утримуваних рослиною радіонуклідів визначається як:

$$f_{w,i} = \frac{LAI_i S_i}{R} \left[1 - \exp\left(\frac{-\ln 2}{3 \cdot S_i} \cdot R\right) \right], \quad (6.2)$$

де S_i – ефективне утримання води для рослини;

LAI_i – поверхня листкової частини рослин;

R – питомий об'єм поливу .

У табл. 6.1 представлені середні зрошувальні норми для сільськогосподарських рослин в умовах Одеської області, які використовувалися у подальших розрахунках.

Таблиця 6.1 – Середні зрошувальні норми для сільськогосподарських культур в умовах Одеської області (тис.м³/га за період розвитку)

Рослина	Зрошувальна норма	Рослина	Зрошувальна норма
Трава	0,6-1,5	Кукурудза	1-1,5
Озима пшениця	0,5-1	Буряк	0,6-2
Яра пшениця	0,5-1	Картопля	0,6-1
Озимий ячмінь	0,5-1	Листкові овочі	2-3
Ярий ячмінь	0,5-1	Плодові овочі	1-1,5
Овес	0,5-1	Овочі-коренеплоди	1,6-2
Жито	0,5-1		

Надходження радіонуклідів через листя може бути виражено як:

$$C_{i,l}(\Delta t) = \frac{A_i}{Y_i} \exp[-(\lambda_w + \lambda_r)\Delta t], \quad (6.3)$$

де $C_{i,l}(\Delta t)$ – концентрація активності в рослині;

A_i – загальна питома активність на рослині;

Y_i – врожайність рослин;

w – швидкість втрати активності за рахунок впливу погодних факторів;

r – константа радіоактивного розпаду;

t – час, що пройшов з моменту поливу до збору врожаю.

Концентрація радіонукліда в рослинах, утворена кореневим надходженням, розраховується з використанням концентрації радіонукліда в ґрунті і коефіцієнтів накопичення TF_i , які виражають співвідношення концентрацій активності в рослині (жива вага) і ґрунту (суха вага):

$$C_{i,r}(t) = TF_i C_s(t), \quad (6.4)$$

де $C_{i,r}(t)$ – концентрація радіонукліда у рослині від кореневого надходження;

TF_i – коефіцієнт накопичення;

$C_s(t)$ – концентрація радіонукліда у прикореневій області ґрунту .

Якщо надходження в ґрунт відбувається в період росту рослини, то для кореневого надходження використовується коригувальний коефіцієнт, що зменшує кореневе надходження. Цей коефіцієнт являє собою відношення проміжку часу від поливу до збору врожаю до тривалості вегетації. Концентрація в прикореновому шарі ґрунту розраховується по формулі:

$$C_s(t) = \frac{A_s}{L\delta} \exp[-(\lambda_s + \lambda_f + \lambda_r)t], \quad (6.5)$$

де A_s – загальна питома активність на ґрунті;

L – глибина прикореневого шару;

δ - щільність ґрунту;

s – швидкість зменшення активності;

f - швидкість фіксації радіонуклідів у ґрунті.

Для визначення впливу режиму зрошення на ріст та розвиток сільськогосподарських рослин були використані дані про вміст одного з основних радіонуклідів (цезію-137) у ґрунтах сільськогосподарського

призначення Одеської області. Отримано, що найбільші значення спостерігаються у Ананьївському, Кілійському та Ренійському районах. Саме у цих районах виникає значна потреба у зрошенні, тому що вони відносяться до найбільш посушливих районів, де необхідно застосування зрошення. Найменші значення відзначаються у Біляївському, Кодимському та Комінтернівському районах області.

Крім фактичної концентрації радіонуклідів у моделі використовуються показники, які характеризують швидкість надходження радіонуклідів у сільськогосподарські рослини, які визначалися з урахуванням виду рослини, особливостей зрошення та типів ґрунтів.

У табл. 6.2 представлені коефіцієнти накопичення ґрунт-рослини і розпад в системі «ґрунт-вода», переходу радіонуклідів з поливних вод у сільськогосподарські рослини та переходу радіонуклідів із ґрунту в рослини.

Таблиця 6.2 – Коефіцієнти накопичення ґрунт-рослини TF_i (Бк/кг)/(Бк/кг) і коефіцієнти розподілу K_d (см³/г) у системі «ґрунт-вода»

Рослина	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Трава	0,05	0,5
Картопля	0,01	0,02
Злаки	0,02	0,03
Листкові овочі	0,02	0,03
Овочі-коренеплоди	0,01	0,02
Плодові овочі	0,01	0,02
Коефіцієнт розподілу	0,001	0,01

З табл. 6.2 видно, що для коефіцієнту розподілу 0,001 при ¹³⁷Cs та 0,01 при ⁹⁰Sr мінімальне значення припадає на овочі-коренеплоди, плодові овочі та картоплю, максимальні значення по всім показникам припадають на траву.

Основними складовими режиму зрошення є спосіб та норма поливу, тому у табл. 6.3 виконано оцінку впливу способу поливу на накопичення

радіонуклідів. З таблиці видно, що за способом поливу по борознах максимальне значення припадає на люцерну та зелену масу, а мінімальне значення – на кукурудзу на зерно. Що стосується способу поливу дощуванням, то максимальне значення припадає також на люцерну та зелену масу і озиму пшеницю, а мінімальне значення – на кукурудзу на зерно та огірки.

Таблиця 6.3 – Середні коефіцієнти переходу радіонуклідів з поливних вод у сільськогосподарські рослини, 10^{-3}

Елемент	Спосіб поливу	Озима пшениця, зерно	Люцер-на, зелена маса	Куку-рудза, зерно	Буряк, корене-плід	Тома-ти, плоди	Огірки, плоди	Капус-та, качан
<i>Cs</i>	По борознах	1,0	2,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5
<i>Cs</i>	Дощу-вання	2,0	5,0	0,5	0,7	0,6	0,6	0,8
<i>Sr</i>	По борознах	3,0	5,0	0,06	0,6	0,5	0,3	0,7
<i>Sr</i>	Дощу-вання	4,0	7,0	0,13	0,8	1,0	0,4	1,0

За допомогою вище наведеної математичної моделі були розраховані коефіцієнти переходу радіонуклідів із ґрунту в рослини для основних сільськогосподарських культур, які культивуються в умовах Одеської області.

Виходячи з даних табл. 6.4 видно, що найбільші значення коефіцієнтів отримані для багатолітніх трав, які вирощуються на чорноземі звичайному.

Максимальна концентрація радіонуклідів у воді відзначається на початку зрошувального сезону, а у його середині вона зменшується у 5 разів та більше, зростаючи наприкінці поливу. В цілому, отримана за допомогою

Таблиця 6.4 – Середнє значення коефіцієнтів переходу радіонуклідів із ґрунту в рослини, 10^{-3} (Бк/кг)/(Бк/м²) угідь.

Рослини	Чорнозем звичайний		Чорнозем південний	
	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs
Зерно злакових	0,13	0,062	0,056	0,042
Коренеплоди	0,12	0,02	0,055	0,01
Картопля	0,09	0,03	0,04	0,02
Вегетативна маса кукурудзи	0,40	0,10	0,18	0,07
Багатолітні трави	11,7	1,1	7,5	0,68

математичного моделювання оцінка добре узгоджується з фактичними даними про надходження радіонуклідів до сільськогосподарської продукції, що дає можливість зробити висновок про можливість використання апарату математичного моделювання для оцінки стану агроценозів.

7 ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА НЕНАВМИСНОГО УТВОРЕННЯ СТІЙКИХ ОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН (НА ПРИКЛАДІ М. ОДЕСА)

Стрімкий технологічний розвиток людства, який особливо інтенсивно спостерігається останніми десятиріччями, став причиною чисельних екологічних викликів, що в свою чергу, справедливо, можна назвати світовими. Одним із прикладів світових екологічних проблем сучасності є утворення стійких органічних забруднюючих речовин (СОЗР).

Під час вивчення матеріалів, які стосуються даної проблеми, ми звернули увагу на те, що у україномовних та російськомовних джерелах словосполучення «стійкі органічні забруднювачі (СОЗ)» є загальноживаною у всіх джерелах інформації. Можливо, що словосполучення «стійкі органічні забруднювачі» було вжито через недосконалий переклад з англійської мови словосполучення «Persistent Organic Pollutants» (POP), де аббревіатура складається з 3-х літер, а слово «pollutants» перекладається не як «забруднювачі», а як «поллютанти», тобто «забруднюючі речовини». Згідно до [50], «забруднювачі» – це «джерела забруднення», а тому словосполучення «стійкі органічні забруднювачі» не є коректним. За М.Ф. Реймерсом (1990), забруднювачі – це також джерела забруднення оточуючого середовища. Саме тому ми пропонуємо вживати словосполучення «стійкі органічні забруднюючі речовини», що на нашу думку є коректнішим.

СОЗР являють собою клас надзвичайно небезпечних поллютантів, що представляють собою серйозну глобальну загрозу здоров'ю людини і її навколишньому середовищу. Не дивлячись на величезну кількість СОЗР, всі вони володіють певними спільними властивостями: стійкість до розкладання; біоаккумулятивність; надзвичайна токсичність навіть при надмалих концентраціях; здатність до трансграничного переносу і осадження [51].

Основним міжнародним правовим актом, що встановлює норми з охорони навколишнього середовища і здоров'я населення від впливу СОЗР, є Стокгольмська конвенція про СОЗР, яка прийнята 22 травня 2001 р., та ратифікована в Україні у 2007 р. Згідно з цією конвенцією, всі СОЗР можна поділити на 2 групи: 1) отримані цілеспрямовано – для прямого використання (пестициди, промислові продукти); 2) вироблені ненавмисно (продукти спалювання палива, побічні продукти технологічних процесів).

Нажаль в Україні відсутня відокремлена нормативно-законодавча база по СОЗР. Всі норми та правила регулювання утворення цих ЗР входять до великої кількості різноманітних законодавчих актів, що не дає змогу систематизувати та конкретизувати дії у сфері поводження з СОЗР.

Нами розглянута проблема ненавмисного утворення СОЗР в Одесі протягом одного року (2012 р.). У ході роботи було встановлено, що основними джерелами ненавмисного утворення СОЗР в Одесі є:

- спалювання органічного палива стаціонарними та пересувними джерелами;
- виробництво будівельних матеріалів;
- відкриті звалища твердих побутових відходів (ТПВ);
- копчення м'ясних і рибних продуктів;
- функціонування крематоріїв;
- куріння тютюнових виробів;
- функціонування міської системи каналізації.

7.1 Ненавмисне утворення СОЗР при спалюванні органічного палива

Викиди ненавмисно утворених СОЗР у продуктах спалювання органічного палива у м. Одеса слід розглядати від двох видів джерел:

стаціонарних та пересувних. До викидів від стаціонарних джерел було віднесено утворення СОЗР при спалюванні органічного палива для теплопостачання комунально-побутового сектору. До викидів від пересувних джерел було віднесено утворення СОЗР при спалюванні моторного бензину, дизельного палива і мазуту.

Як і у всіх процесах спалювання, СОЗР утворюються після завершення процесу горіння і охолодження димових газів. Саме тому викиди діоксинів і фуранів в значній мірі залежать від умов, при яких проводиться охолодження топкових газів, що відходять. Залишкові частинки сажі, а також хлор, який містився в вугіллі, рекомбінують в присутності хлоридів металів як каталізаторів з утворенням СОЗР. Основними шляхами викидів у навколишнє середовище є емісія в повітря, особливо в складі летючої золи.

З використанням джерел інформації [52 – 57] нами були розраховані валові ненавмисні викиди СОЗР від стаціонарних та пересувних джерел Одеси у 2012 р. при використанні відповідних об'ємів палива. За результатами розрахунку утворення СОЗР при спалюванні стаціонарними джерелами склало 1,48 г ТЕ ПХДД/Ф, 470,4 г ТЕ ПХБ та 8,67 г ТЕ ГХБ. Для пересувних джерел була розрахована маса утворених ПХДД/Ф, яка склала 0,45 г ТЕ ПХДД/Ф (табл. 7.1). Причиною розрахунків лише за однією ЗР стало те, що методика розрахунку [57] дозволяє визначити лише ненавмисне утворення ПХДД/Ф. Таким чином, сумарне утворення СОЗР від спалювання органічного палива в м. Одеса складає 1,93 г ТЕ ПХДД/Ф, 470,4 г ТЕ ПХБ та 8,67 г ТЕ ГХБ.

Таблиця 7.1 – Ненавмисне утворення СОЗР у м. Одеса у 2012 р.

Сировина			Утворення СОЗР по напрямкам					
Назва	Кіль- кість	Од. вим.	ПХБ	ГХБ	ПХДД/Ф			Од. вим.
			повітря	повітря	повітря	продукт	залишок	
Індивідуальне теплопостачання комунально-побутового сектору, стаціонарні джерела								
Вугілля	46861	т у.п.	466,8	8,51	1,4	-	-	г
Природний газ	1324700	т у.п.	-	-	0,058	-	-	г
Дерево	1008,1	т у.п.	0,002	0,15	0,003	-	-	г
Промислове теплопостачання комунально-побутового сектору, стаціонарні джерела								
Вугілля	713,7	т у.п.	3,55	0,012	0,011	-	-	г
Природний газ	527840	т у.п.	-	-	0,0008	-	-	г
Дерево	-	т у.п.	-	-	-	-	-	-
Рідке	70205	т у.п.	-	-	0,002	-	-	г
Спалювання органічного палива, пересувні джерела								
Бензин	190789	т у.п.	-	-	0,281	-	-	г ТЕ
Дизель	140528	т у.п.	-	-	0,009	-	-	г ТЕ
Мазут	55225	т у.п.	-	-	0,160	-	-	г ТЕ
Виробництво будівельних матеріалів								
Цемент	550000	т	56,65	2,53	2,3	-	-	г
Цегла	6750	т	-	-	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10^{-7}$	г ТЕ
Вапно	800	т	-	-	$8 \cdot 10^{-3}$	-	-	г ТЕ
Асфальт	197300	т	-	-	$13,8 \cdot 10^{-3}$	-	0	г ТЕ
Відкрите складування ТПВ								
ТПВ	1337190	т	-	-	-	0,669	66,860	г ТЕ
Робота коптильних								
Свинина	800	т	-	-	0,04	-	$4,8 \cdot 10^{-6}$	г ТЕ
Яловичина телятина	100	т	-	-	0,005	-	$0,6 \cdot 10^{-6}$	г ТЕ
Птиця	300	т	-	-	0,015	-	$1,8 \cdot 10^{-6}$	г ТЕ

Продовження табл. 7.1

Сировина			Утворення СОЗР по напрямкам					
Назва	Кількість	Од. вим.	ПХБ	ГХБ	ПХДД/Ф			Од. вим.
			повітря	повітря	повітря	продукт	залишок	
Ковбаса	800	т	-	-	0,04	-	$4,8 \cdot 10^{-6}$	г ТЕ
Риба	200	т	-	-	0,01	-	$1,2 \cdot 10^{-6}$	г ТЕ
Робота крематоріїв								
Кількість кремованих	33648	чол.	4,14	1,51	$0,27 \cdot 10^{-3}$	-	-	г ТЕ
Куріння сигарет								
Сигарети	$1150 \cdot 10^6$	штук	-	-	$0,12 \cdot 10^{-3}$	-	$0,12 \cdot 10^{-3}$	г ТЕ
Стічні води міської каналізаційної системи								
Очищені СВ	205,9	млрд. л	-	-	-	2,059	2,885	г ТЕ
Неочищені СВ	45,7	млрд. л	-	-	-	0,229	0	г ТЕ

7.2 Ненавмисне утворення СОЗР при виробництві будівельних матеріалів

Виробництво цементу. Згідно з [58] в Одесі єдиним виробником цементу є Одеський цементний завод, об'єм виробництва якого складає 550000 т/рік [59].

При виробництві цементу технологічним процесом, при якому утворюються СОЗР, є випал клінкеру через високотемпературний режим роботи.

З використанням методик [55, 57] нами було визначено утворення СОЗР при виробництві цементу, яке склало 56,56 г ПХБ, 2,53 г ГХБ та

2,75 г ПХДД/Ф (див. табл. 7.1). Слід відмітити, що при цьому враховується лише СОЗР, які потрапляють у атмосферне повітря.

Виробництво цегли. Згідно до [57] при виробництві цегли потрапляння СОЗР у навколишнє середовище (НС) відбувається у трьох напрямках: 1) емісія у повітря у складі газоповітряної суміші (ГПС); 2) вихід з самою продукцією; 3) викид з відходами як носіями СОЗР. Для кожного з цих напрямків встановлено свій фактор емісії (ФЕ).

На основі [52, 60] було встановлено, що у 2012 р. в Одесі було виготовлено 2,7 млн. шт. умовної цегли, що складає у перерахунку на масу 6750 т. Використовуючи методику [61], нами було розраховано масу відходу цеглового виробництва за формулою:

$$M_o = B * P_{yi}, \quad (7.1)$$

де M_o – кількість відходів, яка утворилася при виробництві;

P_{yi} – показник питомої кількості відходів, що утворюються на 1 млн./шт. цегли. Для випалу цегли цей показник – маса бою цегли і складає 76000 кг на 1 млн. шт. цегли.

Виходячи з вище переліченого, нами було розраховано утворення ПХДД/Ф по трьом напрямкам. Таким чином, у складі ГПС в НС потрапляє $1,35 \cdot 10^{-3}$ г ТЕ ПХДД/Ф, у складі продукту – $0,41 \cdot 10^{-3}$ г ТЕ ПХДД/Ф, а у складі залишку виробництва – $0,41 \cdot 10^{-7}$ г ТЕ ПХДД/Ф (див. табл. 7.1).

Найбільша кількість ПХДД/Ф потрапляє у повітря у складі ГПС. Також значний відсоток утворених поллютантів потрапляє до НС у складі готової продукції, що може бути джерелом місцевого негативного впливу на здоров'я людини. Разом з цим незначна кількість ПХДД/Ф потрапляє до ґрунту у складі бою цегли та має зосереджену у просторі дію.

Виробництво вапна. Воно включає в себе викиди від самого процесу виробництва і викиди від спалювання палива. Основним процесом при виробництві вапна є випал, на етапі якого і відбувається утворення СОЗР.

Згідно з інформацією, представленою у [62], виробництво вапна у 2012 р. склало 0,8 тис. т кінцевого продукту. Використовуючи [57], нами було визначено продукування ПХДД/Ф при виробництві вапна у 2012 р., яке склало $8,0 \cdot 10^{-3}$ г ТЕ ПХДД/Ф (див. табл. 7.1).

При виробництві вапна враховується лише утворення ПХДД/Ф, яке майже у 4 рази більше, ніж при виробництві цегли, не дивлячись на те, що цегли в Одесі вироблялось майже у 9 разів більше, ніж вапна.

Виробництво асфальту. Промисловий майданчик асфальтобетонного заводу (АБЗ), як правило, включає цех з приготування органічного в'язучого і асфальтобетону, підготовки мінеральних матеріалів, котельні. Найчастіше на цьому ж місці розташовується цех з приготування дорожніх в'язких бітумів з сировини (гудрону), бітумних емульсій, укріплених ґрунтів, цегло-подрібнювально-сортувальні установки [63].

Виробництво асфальтобетону можна вважати умовно безвідходним, так як пил у асфальтобетонному виробництві може повністю повторно використовуватися [64]. Саме тому утворені СОЗР при виробництві асфальту містяться тільки у складі ГПС.

Згідно [62] виробництво асфальту в Одесі у 2012 р. склало 197,3 тис. т. Використовуючи [57], нами було визначено продукування ПХДД/Ф, яке склало $13,81 \cdot 10^{-3}$ г ТЕ ПХДД/Ф (див. табл. 7.1).

Таким чином, сумарна кількість СОЗР, яка потрапляє у НС від будівельного виробництва, складає 2,77 г ТЕ ПХДД/Ф, 56,65 г ПХБ та 2,53 г ГХБ.

7.3 Ненавмисне утворення СОЗР при відкритому складуванні ТПВ

Тверді побутові відходи є потенційним джерелом ненавмисного утворення СОЗР через їх різноманітний морфологічний склад, зокрема –

наявності хлорвмісних компонентів. Присутність хлору забезпечується наявністю у ТПВ, головним чином, відходів лікувально-профілактичних установ у складі антисептичних засобів та пластмас, з яких виготовлені сучасні шприци та речі побутового призначення. Також великий внесок у підвищенні вмісту хлорвмісних компонентів у ТПВ здійснюється за рахунок матеріалів з поліхлорвінілу, які надходять на у складі будівельного сміття (натяжні стелі, лінолеуми, термостійкі пластмаси тощо) і взуттєвих пластикатів. Наявність у ТПВ важких металів у складі батарейок, акумуляторів та відходів техніки прискорює процес утворення ПХДД/Ф.

Згідно з [65] 100 % відходів, які утворюються на території Одеської області, потрапляють на звалища. Використовуючи данні [52, 57] нами була порахована кількість ПХДД/Ф, яка утворюється внаслідок видалення ТПВ м. Одеса. Слід зазначити, що надходження ПХДД/Ф у НС в цьому випадку йде двома шляхами: у воду в якості фільтрату, що складає 0,669 г ТЕ ПХДД/Ф, та у складі залишку, який накопичується у тілі полігону, що складає 66,86 г ТЕ ПХДД/Ф (див. табл. 7.1).

З розрахунків видно, що в останньому випадку надходження ПХДД/Ф у НС в 100 разів більше. Це можна пояснити тим, що перед потраплянням у воду фільтрат проходить своєрідну процедуру очищення через шар ґрунту, через який він проходить перед надходженням до водоносного горизонту.

7.4 Ненавмисне утворення СОЗР при роботі коптилень

Процеси виготовлення харчових продуктів, у тому числі – копчених, супроводжуються ненавмисним утворенням СОЗР. Джерелом ненавмисного утворення СОЗР при роботі коптильних камер є спалювання деревної тирси.

Згідно з методикою, утворення ПХДД/Ф при копченні розраховується за 2 напрямками: емісія у повітря та вихід із зольним залишком. У розрахунку

ми допускаємо, що всі коптильні не використовують спеціально очищене паливо.

Для розрахунку ненавмисного виходу ПХДД/Ф із зольним залишком нами була порахована маса тирси, яка іде на копчення продукту. Згідно з [66] витрату тирси можна прийняти як 25 – 30 % маси завантаженої сировини за умови класичного копчення. Згідно з [67] у розрахунках для топкових пристроїв зольність має бути прийнята такою, що дорівнює 1 %.

На основі вище приведених даних нами було визначено утворення ПХДД/Ф при копченні у м. Одеса, яке склало 0,11 г ТЕ ПХДД/Ф (див. табл. 7.1).

7.5 Ненавмисне утворення СОЗР при функціонуванні крематоріїв

Останнім часом питання кремації тіл померлих піднімається дедалі частіше через наявність проблем з землею для захоронення померлих та економічністю такого виду захоронення. Кремація, тобто спалювання тіл померлих до стану попелу, є потенційним джерелом утворення СОЗР.

Згідно з [68] в Одесі до послуг крематоріїв звертаються 30 % сімей померлих. Згідно із даними Статистичного щорічника Одеської області, кількість померлих в Одесі у 2012 р. склала 33648 осіб. Нами було проведено розрахунок, в результаті якого встановлено, що кількість ненавмисно утворених СОЗР за цим напрямком склала 0,273 мг ПХДД/Ф, 4,14 г ПХБ , 1,51 г ГХБ (див. табл. 7.1).

7.6 Ненавмисне утворення СОЗР при курінні сигарет

При курінні тютюнових виробів відбувається спалювання органічної речовини, що є джерелом ненавмисного утворення СОЗР. Крім того, небезпека впливу СОЗР при курінні полягає у тому, що значна частина утворених речовин потрапляє безпосередньо до організму людини та оточуючих. Особливо небезпечним є куріння вагітних, так як СОЗР накопичуються у материнському молоці та передаються від матері до дитини.

Опираючись на інформацію [69, 70] нами було встановлено, що кількість курців в Одесі складає 20,1 % від всіх мешканців міста, а кількість сигарет, яка викурюється, складає в середньому 15 шт./(людина*доба). Таким чином, маса утворених ПХДД/Ф склала 0,12 мг у атмосферному повітрі та 0,12 мг у зольному залишку (див. табл. 7.1).

7.7 Ненавмисне утворення СОЗР при роботі міської каналізації

Каналізаційні стоки – це відходи, розчинені у воді та/або наявні у ній завислі речовини. Загалом стічні води мають невисоку концентрацію ПХДД/Ф, але при дезінфекції їх хлором концентрації цих речовин стрімко підвищуються, інколи до 50 разів. Причиною утворення цих речовин у каналізаційних стоках можуть бути і інші фактори, такі як прання одягу і текстильних виробів, які були оброблені фарбами і біоцидами, забрудненими ПХДД/Ф. Також ПХДД/Ф можуть потрапляти до складу стічних вод в результаті надходження стоків, які містять атмосферні викиди ПХДД/Ф від джерел згоряння або у складі необроблених промислових стічних вод.

Джерелом ПХДД/Ф також є каналізаційний мул. Крім того,

поводження з активним мулом (АМ) може призвести до викидів ПХДД/Ф. Наприклад, розподіл АМ на полях зрошення може призвести до підвищення концентрації ПХДД/Ф у ґрунті, у рослинах, які потім вирощуються на цих територіях, а також у тканинах тварин, які харчувалися кормами з полів зрошення. Аналогічно АМ, який був схоронений у могильниках, може сприяти утворенню ПХДД/Ф у фільтраті. Слід відмітити, що ПХДД/Ф можуть утворюватися на станціях термічної сушки АМ.

Слід зауважити, що до категорії каналізаційних стоків відносяться муніципальні стоки, які потрапляють на очисні споруди.

Скид СВ у відкриті водойми – це практика скиду необроблених СВ або інших відходів безпосередньо у відкриті водні об'єкти, тобто річки, озера та океани. Джерела ПХДД/Ф у цьому випадку такі самі, як і у каналізаційних стоках. Слід відмітити, що через відсутність очищення СВ, та, на відміну від попереднього випадку, ПХДД/Ф утворюються лише у складі самої СВ. Осаду АМ, що містить ПХДД/Ф, в даному випадку немає.

Використовуючи інформацію [71, 72], нами було визначено утворення ПХДД/Ф при роботі каналізаційної системи м. Одеса у 2012 р. Таким чином, внаслідок скидання очищених вод у водні об'єкти потрапляє 2,059 г ТЕ ПХДД/Ф у складі безпосередньо СВ та 2,885 г ТЕ ПХДД/Ф у складі АМ. Внаслідок прямого скиду СВ до водних об'єктів утворюється 0,229 г ТЕ ПХДД/Ф, які надходять лише у складі СВ (див. табл. 7.1).

Отже, очистка води хлором та на станціях біологічної очистки води призводить до стрімкого росту концентрації ПХДД/Ф у стічних та інших зворотних водах.

З представлених даних видно, що нажаль навіть використання двох методик розрахунку СОЗР не дає змогу в повній мірі оцінити специфіку утворення та надходження у НС цих ЗР.

Методика [55] передбачає розрахунок широкого спектру ЗР і лише за нею можливо було розрахувати утворення не лише ПХДД/Ф, а й ПХБ та ГХБ. Недоліком цієї методики є відсутність факторів емісії для більшості

видів розглянутих виробництв, що робить використання лише цієї методики неефективним для комплексної оцінки неавмисного утворення СОЗР по місту. Також методика дозволяє розрахувати лише надходження СОЗР у повітря, не враховуючи розподіл цих речовин по середовищах.

Методика [57] дає змогу розрахувати утворення виключно ПХДД/Ф, для деяких з виробництв у даній методиці представлені коефіцієнти, які дозволяють врахувати перерозподіл ПХДД/Ф по середовищам, що допомагає більш точно оцінити ступінь негативного впливу. Але нажаль в нашому випадку повний перерозподіл по середовищам вдалося розрахувати лише для виробництва цегли та асфальту.

Також характерною відмінною рисою використаних методик є одиниці вимірювання СОЗР у результатах розрахунку. Якщо за методикою [55] результат отримуємо у г, то результатом розрахунку за методикою [57] є маса ЗР у г ТЕ ПХДД/Ф, які не є однаковими одиницями виміру.

Саме тому важливою задачею є приведення результатів розрахунків до однієї одиниці вимірювання. Згідно з [73] токсичність будь-якої суміші ПХДД/Ф може бути виражена через токсичність 2,3,7,8-ТХДД, взятого у еквівалентній за токсичністю кількості. Таким чином, ми можемо перевести всі результати розрахунків ПХДД/Ф у г ТЕ 2,3,7,8-ТХДД (або г ТЕ). Для перерахунку г ТЕ ПХДД/Ф у г ТЕ 2,3,7,8-ТХДД використовується коефіцієнт 1.

Крім того, використовуючи інформацію, наведену у [73], ми з деякою похибкою можемо перейти від г ПХБ до г ТЕ через найбільш часто використовуваний ТЕ для ПХБ, який дорівнює 0,0005. Аналогічно, використовуючи значення коефіцієнту 0,0001, наведене у [74], ми можемо перерахувати значення г ГХБ у значення г ТЕ. Таким чином, всі отримані результати по СОЗР були приведені нами до однієї одиниці вимірювання.

Виходячи з цього нами була розрахована кількість молекул, яка приходить на 1 мешканця м. Одеса (табл. 7.2). Далі нами була визначена кількість молекул, що є допустимою для надходження до організму людини

через органи дихання (використовуючи значення $ГДК$), яка склала $6,6 \cdot 10^{12}$ мол/(людина*рік).

Таблиця 7.2 – Загальна маса та кількість молекул 2,3,7,8-ТХДД, ненавмисно утворених у м. Одеса у 2012 р.

Сировина	Маса, г ТЕ	Фактична кількість молекул на 1 мешканця
Будівельні матеріали	2,348	$4,36 \cdot 10^{15}$
Органічне паливо	2,161	$4,01 \cdot 10^{15}$
Звалища	67,529	$1,25 \cdot 10^{17}$
Коптильні	0,11	$2,04 \cdot 10^{14}$
Крематорії	0,275	$5,10 \cdot 10^{14}$
Сигарети	0,0003	$5,56 \cdot 10^{11}$
Каналізація	5,173	$9,60 \cdot 10^{15}$
Всього:	77,60	$1,43 \cdot 10^{17}$

Розрахувавши за допомогою табл. 7.1 та вищезазначених коефіцієнтів кількість молекул 2,3,7,8-ТХДД, які поступають у атмосферне повітря ($9,09 \cdot 10^{15}$), ми можемо зробити висновок, що тільки кількість молекул 2,3,7,8-ТХДД на 1 мешканця в атмосферному повітрі м. Одеса перевищує допустиму майже у 1000 разів, що є неприпустимим та потребує проведення заходів щодо скорочення викидів СОЗР.

В результаті проведених досліджень можна зробити такі висновки:

- 1) В Одесі СОЗР ненавмисно утворюються від наступних джерел: спалювання органічного палива (від пересувних та стаціонарних джерел); виробництво будівельних матеріалів (цегли, цементу, вапна та асфальту); складування ТПВ; копчення м'яса та риби; робота крематоріїв та паління сигарет.
- 2) Основним джерелом утворення ПХДД/Ф є відкрите складування ТПВ на звалищах, доля якого складає близько 92 %. Слід відмітити, що, в

основному, ПХДД/Ф потрапляють у атмосферне повітря, але деяка їх частина потрапляє у водні об'єкти. Основним джерелом потрапляння у НС ПХБ та ГХБ є спалювання органічного палива стаціонарними джерелами. У цьому випадку спостерігається забруднення лише атмосферного повітря.

- 3) Розрахунок було проведено за даними 2012 р., коли відносно повноцінно функціонували підприємства та можливо було здійснити найбільш повний збір статистичної інформації для дослідження. Інтенсивність утворення СОЗР від приведених джерел на сьогодні може змінюватися як в меншу, так і в більшу сторону, що характерно для країн з перехідною економікою. Разом з цим, без скорочення надходження ТПВ на звалища та модернізації Одеських станцій біологічної очистки води, як найвагоміших джерел утворення СОЗР в Одесі, говорити про суттєве скорочення утворення цих речовин не має сенсу.
- 4) Отримані дані дозволяють встановити пріоритетні джерела утворення СОЗР та вчасно прийняти заходи щодо скорочення ненавмисного продукування цих речовин.
- 5) Для повної оцінки негативного впливу СОЗР на НС та встановлення пріоритетів у сфері поводження із СОЗР необхідно мати повноцінне методичне керівництво, яке б містило коефіцієнти, що враховують утворення як ПХДД, так і ПХБ і ГХБ, та дозволяють оцінити їх розподіл у НС.
- 6) Для чіткої координації та прийняття оперативних заходів по скороченню ненавмисного утворення СОЗР в нашій країні має бути розроблена відокремлена законодавча база по СОЗР, якої на жаль на сьогоднішній день немає.

8 КОМПЛЕКСНІ ЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ ВІДХОДІВ

8.1 Дослідження на регіональному рівні

Однією з актуальних екологічних проблем є забруднення навколишнього природного середовища (НПС) відходами і продуктами їх деструкції під впливом факторів зовнішнього середовища та/або реалізації методів поводження з ними. В сучасних умовах нарощування темпів промислового виробництва і збільшення кількості населення зростає, відповідно, і кількість відходів. Процес розвитку соціально-економічних систем незмінно супроводжується утворенням відходів виробництва і споживання. І якщо промислові відходи усе частіше розглядаються в якості вторинних матеріальних ресурсів (ВМР), то ситуація з ТПВ складається таким чином, що основним методом поводження з ними є поховання (за даними Міждержавної групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК), від 47 до 90 % муніципальних відходів у світі підлягає похованню) [75]. В той же час, рівень добробуту і кількість населення будуть рости, відповідно, буде збільшуватися кількість відходів, що в найближчій перспективі призведе до необхідності глобального перегляду концепції поводження з ними. Тому дослідження, спрямовані на оцінку стану проблеми відходів і розробку рішень по зниженню накопичення відходів в НПС, є актуальними. Метою представленої роботи є розробка комплексного підходу щодо дослідження проблеми відходів на регіональному рівні. Об'єктом дослідження є процес утворення і накопичення відходів в природно-технічних системах (ПТС) регіонального рівня. Предмет дослідження – розробка комплексного підходу щодо вивчення екологічних аспектів цього процесу.

Взаємодія антропогенних і природних компонентів в ПТС призводить до формування певного стану НПС, що описується як екологічна ситуація

або обстановка у межах певної території [76]. Проблема відходів є одним з чинників формування екологічної ситуації, проте може бути виділена окремо і розглянута більш детально. У основі комплексних досліджень лежить модель формування екологічної ситуації. Найбільш використовуваними є: модель, запропонована Організацією економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР), – PSR-модель [77], і DPSIR-модель [78], запропонована Європейським агентством навколишнього середовища. PSR-модель розглядає три блоки факторів (які виступають в ролі індикаторів): вплив – стан – реакція. DPSIR- модель включає п'ять блоків: джерело (рушійна сила) впливу – навантаження – стан – вплив – реакція. Для комплексної оцінки екологічної ситуації у межах певної ПТС достатньо застосувати PSR-модель. У разі вивчення екологічних аспектів проблеми відходів можна використати DPSIR-модель, яка дозволяє розділити чинники впливу і їх наслідки для НПС і людини. Це дозволяє більш комплексно досліджувати проблему відходів в НПС, внаслідок чого підвищується ефективність управління.

При комплексному дослідженні екологічних аспектів проблеми в якості об'єкту слід брати ПТС регіонального і локального рівня територіальної організації (отже, і природокористування (ПК)) – адміністративно-територіальний район або їх сукупність, урбанізована територія. Оскільки саме на регіональному (мікро- і мезорегіональному) і локальному рівнях територіальної організації якнайкраще простежується система зв'язків, починаючи від утворення відходу і до розміщення його в НПС. На цьому рівні можна сформувавши стійку модель ПК і управління екологічною ситуацією в цілому.

Представимо модель формування екологічної ситуації в контексті проблеми відходів у вигляді схеми (рис. 8.1). Ця модель розроблена на основі DPSIR-моделі, проте може бути скорочена до PSR-моделі (відповідні блоки факторів також виділені на схемі).

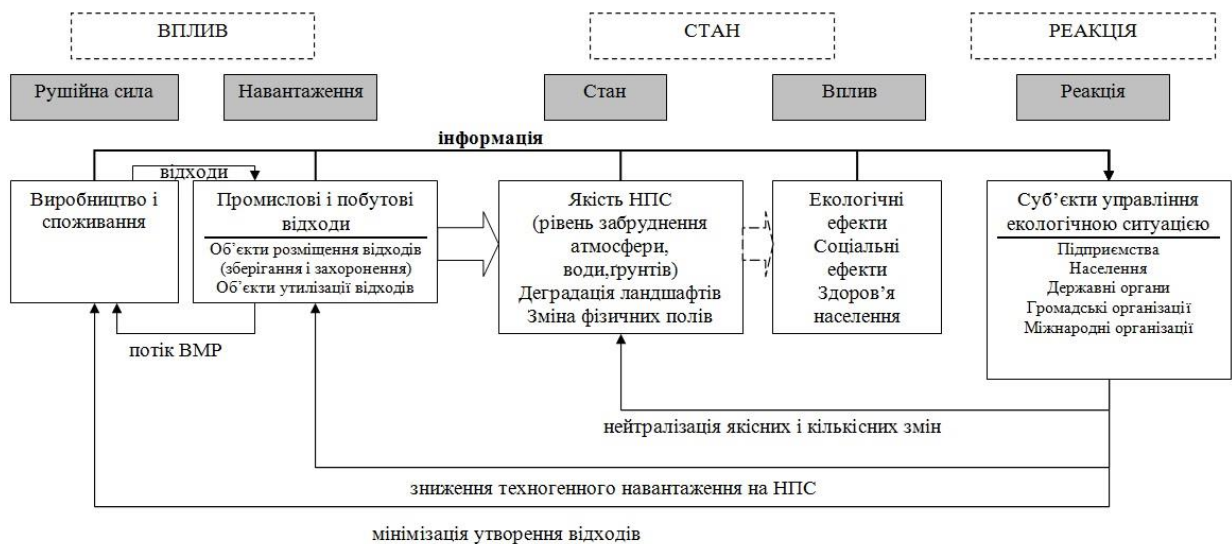


Рисунок 8.1 – Модель формування екологічної ситуації під впливом відходів (регіональний рівень).

Перевагою реалізації DPSIR-моделі для моделювання екологічної ситуації, яка формується під впливом утворення і поводження з відходами, є можливість розгляду як першопричини (Рушійна сила), так і вторинних ефектів, що виникають в соціально-економічних і екологічних системах (Вплив). Розділення факторів з блоку «Вплив» на дві складові дозволяє якнайповніше представити можливості реакції суб'єктів управління екологічною ситуацією відповідно до Міжнародної ієрархії методів поводження з відходами [79]. Так, змінюючи умови виробництва і споживання, а також використовуючи частину відходів в якості ВМР, ми знижуємо вплив або навантаження на НПС. Важливим зв'язком між блоком «Реакція» і іншими блоками системи є інформація, на підставі якої і формується реакція на ситуацію у вигляді різних рішень, ефективність яких, знову-таки, оцінюється на підставі інформації. Таким чином відбувається розвиток системи. А поточний, статичний стан системи можна розглядати як модель ПК при поводженні з відходами, яка, втім, може бути змінена. При цьому поняття ефективності системи дає можливість охарактеризувати раціональність ПК. Чим сильніше виражені прямі зв'язки (в напрямку від «Рушійної сили» до «Впливу») і слабкіше проявляються зворотні зв'язки (від

блоку «Реакція»), тим більш нерівноважна система, а модель ПК не є раціональною. Ця схема (рис. 8.1) також дозволяє досліджувати життєвий цикл продукції, вплив відходів на стан НПС тощо.

Комплексні екологічні дослідження проблеми відходів на основі розробленої моделі (рис. 8.1) мають на увазі складання характеристик кожного з блоків. До речі, PSR-модель і DPSIR-модель склалися для розробки набору індикаторів, що дозволяють охарактеризувати систему і її компоненти. Індикатор – це параметр або характеристика, на підставі якої можна судити про стан або зміну певного явища або процесу більш високого рівня [76]. Наприклад, вміст небезпечних відходів в загальному потоці ТПВ або кількість стихійних місць захоронення – це індикатори антропогенного навантаження.

В якості екоіндикатора вибирається параметр або характеристика, що співвідноситься з певним компонентом структури моделі. При цьому важливими є можливість отримання даних, які виступають індикатором компонента і їх універсальність (тобто єдність методичної і натурної бази визначення для різних об'єктів). Відповідно до моделі формування екологічної ситуації під впливом відходів (рис. 8.1) система комплексного екологічного дослідження має на увазі розробку наборів екоіндикаторів за п'ятьма блоками: джерело (рушійна сила) впливу – навантаження – стан – вплив – реакція. Виділяємо наступні групи індикаторів (табл. 8.1).

Як приклад розглянемо набори екоіндикаторів, що дозволяють досліджувати стан НПС, який формується під впливом утворення і розміщення відходів. У табл. 8.2 приведені екоіндикатори, що описують блоки «Стан» і «Вплив». Ці набори сформовані для використання на регіональному рівні і охоплюють промислові і побутові відходи. Далі необхідно скласти характеристику кожного з екоіндикаторів, на підставі чого можливий перехід до кількісних оцінок (рангу пріоритетності). У роботі [76] пропонується наступна система визначення рангу пріоритетності індикатора для групи індикаторів стану НПС, значення якого змінюються від 0 до 5 у

Таблиця 8.1 – Групи екоіндикаторів для дослідження проблеми відходів

Назва групи		Опис
Індикатори антропогенного навантаження	Індикатори джерел відходів	характеризують промислове виробництво і споживання в контексті проблеми відходів
	Індикатори техногенного навантаження	описують об'єкти розміщення відходів (зберігання і захоронення), об'єкти утилізації відходів та їх взаємодію з НПС
Індикатори стану НПС	Індикатори зміни стану НПС (якості або забруднення)	оцінюють рівень забруднення НПС і потоки ЗР, а також зміни фізичних полів
	Індикатори впливу змін у НПС	оцінюють екологічні наслідки зміни стану НПС, погіршення здоров'я і умов проживання населення
Індикатори реакції суб'єктів управління екологічною ситуацією		описують комплекс адміністративних, еколого-економічних, природоохоронних та інших рішень, за допомогою яких здійснюється управління ситуацією

міру посилення забруднення природного компонента, а також прояву негативних змін в НПС (рангу пріоритетності 5 відповідають найгірші умови).

Для кожної групи індикаторів розраховується індекс – середнє значення рангу пріоритетності, на підставі якого можна дати якісну характеристику групи [76].

Таблиця 8.2 – Набір екоіндикаторів для характеристики стану НПС

Індикатори зміни стану НПС (якості або забруднення)	Індикатори впливу змін у НПС
<p>Рівень забруднення НПС (покомпонентно).</p> <p>Емісія біогазу і/або інших продуктів деструкції відходів.</p> <p>Візуальне забруднення.</p> <p>Зміна фізичних полів.</p> <p>Вилучення земель.</p>	<p>Зниження природно-ресурсного і рекреаційного потенціалу території.</p> <p>Зміни у біорізноманітті.</p> <p>Деградація природних ландшафтів.</p> <p>Погіршення умов проживання населення.</p> <p>Погіршення стану здоров'я населення.</p>

Відмітимо, що емісія біогазу, наприклад, може бути включена в набір екоіндикаторів техногенного навантаження. У роботі [77] при розгляді проблеми зміни клімату саме так і відбувається. Проте в даному випадку розглядається проблема відходів, тому включення індикаторів, які описують потоки ЗР, слід проводити в групу, що описує стан НПС.

Таким чином, комплексні екологічні дослідження проблеми відходів включають розгляд моделі системи та її компонентну декомпозицію. Кожен компонент системи може бути описаний екоіндикатором(-ми). Розроблені набори екоіндикаторів повинні якнайповніше охарактеризувати систему, бути універсальними і логічно обґрунтованими. У разі дослідження проблеми відходів на регіональному рівні доцільно розділити набори екоіндикаторів для промислових і побутових відходів.

8.2 Кластеризація як необхідна умова вирішення проблеми поводження з ТПВ

Проблема поводження з ТПВ є найбільш актуальною складовою забезпечення національної безпеки для України, оскільки обсяги накопичених відходів розглядаються як один із чинників прогресуючої еколого-економічної кризи. Середньорічна маса відходів, що утворюються в Україні, у 2,1 рази перевищує аналогічний показник для країн ЄС. Майже весь обсяг ТПВ (утилізується лише 6 %) захоронюється на полігонах і сміттєзвалищах, яких налічується майже 6 тис., з них 16 % є перевантаженими, а 24 % не відповідають нормам екологічної безпеки [80]. Вкрай незадовільно проводиться робота по санації існуючих сміттєзвалищ та їх рекультивації. Переважна кількість існуючих полігонів були створені у 80-х роках ХХ ст. та розраховані на 15 – 20 років експлуатації, отже, значною мірою вичерпали свій ресурс. За таких умов місця захоронення ТПВ стають потужним джерелом техногенного навантаження на довкілля. Через протидію з боку населення, природоохоронних, громадських організацій та за відсутності у місцевих органів влади практики надання гарантій та компенсацій виділення земельних ділянок під будівництво нових полігонів ТПВ стає дедалі складнішою проблемою. В більшості сіл, садівничих товариствах взагалі відсутні будь-які організовані місця складування відходів. В таких випадках наслідок очевидний – стихійні звалища, які безумовно негативно впливають на стан довкілля.

Методи поводження з ТПВ в Україні, які використовуються, не відповідають загальноприйнятим світовим стандартам. Сучасні технології сортування та переробки ТПВ практично відсутні. Через відсутність системи управління стихійним і неорганізованим ринком послуг, а також у погоні за прибутками, організації, що займаються перевезенням ТПВ, не зупиняються навіть перед порушенням природоохоронного законодавства. В багатьох

випадках відходи з великих міст вивозяться на полігони малих міст та селищ, що створює додаткове навантаження на навколишнє середовище цих населених пунктів.

Поряд із проблемами забруднення довкілля, останнім часом набули актуальності питання оцінки ресурсного потенціалу ТПВ. Зокрема, це стосується вкрай недостатнього використання побутових відходів як джерела вторинної сировини та в енергетичних цілях, а також використання біогазу, який утворюється на полігонах великих міст в рамках Кіотського протоколу. В умовах зростаючого дефіциту сировинних ресурсів ефективне поводження з ТПВ стає одним із найважливіших напрямків ресурсозбереження. Комплексне використання ТПВ з одержанням корисних продуктів здатне забезпечити реалізацію стратегії природоохоронного регулювання в умовах ринкових трансформацій. Проблема ТПВ є актуальною для південних областей України, тому що обсяги накопичених у регіоні відходів розглядаються як один із факторів прогресуючої екологічної напруги та зниження рекреаційного потенціалу.

При виконанні роботи були використані опубліковані дані, а також матеріали власних досліджень, присвячених кластерним моделям поводження з ТПВ. Принцип диференціації потоків ТПВ, покладений в основу концепції управління та поводження з ТПВ, є ключовим при формуванні структури кластера поводження з ТПВ.

В Україні за 2015 р. (без урахування даних АР Крим та м. Севастополь) утворилось близько 48 млн. м³ побутових відходів, або близько 10 млн. т, які захороненні на 6 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею понад 9 тис. га. Понад 77 % населення України охоплено послугами з вивезення ТПВ. Найгірший показник – у Черкаській області, який складає 62 %. Завдяки впровадженню в 398 населених пунктах роздільного збирання ТПВ, роботі 20 сміттесортувальних ліній, 1 сміттєспалювального заводу і 3 сміттєспалювальних установок перероблено та утилізовано близько 5,93 % ТПВ, з них: 2,73 % спалено, а 3,2 % побутових відходів потрапило на

заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні заводи. Кількість перевантажених сміттєзвалищ становить 967 од. (16 %), а 1459 од. (24 %) не відповідають нормам екологічної безпеки. Неналежним чином проводиться робота з паспортизації та рекультивації сміттєзвалищ. З 2291 сміттєзвалища, які потребують паспортизації, у 2015 р. фактично паспортизовано 446 од. (потребує паспортизації 31 % сміттєзвалищ від їх загальної кількості). З 593 сміттєзвалищ, які потребують рекультивації, фактично рекультивовано 37 од. (9 % потребує рекультивації). Потреба у будівництві нових полігонів складає понад 524 одиниці. Через неналежну систему поводження з ТПВ в населених пунктах, особливо у приватному секторі, щорічно виявляється близько 28 тис. несанкціонованих звалищ, що займають площу понад 1 тис. га, з них у 2015 р. ліквідовано майже 27 тис. несанкціонованих звалищ площею 0,9 тис. га.

У 2015 р. 1125 організацій надавали послуги у сфері санітарної очистки, в тому числі 279 – приватної власності (25 %). Чисельність працюючих у сфері поводження з побутовими відходами складає понад 15 тис. осіб. Загальна кількість спеціально обладнаних транспортних засобів – понад 3,4 тис. одиниць. Середній показник зношеності спецавтотранспорту у 2015 р. складає 67 % [80].

Порівняльна характеристика Одеської, Миколаївської та Херсонської областей по показниках відходоутворення представлена у роботі [81]. Одеська область є найбільшим утворювачем ТПВ серед південно-західних областей України, а в Херсонській області ТПВ утворюється дещо менше.

Загальна кількість полігонів та звалищ на території Одеської області складає 543 одиниці загальною площею 1141,22 га, з них перевантажених – 32 одиниці площею 49,63 га, не відповідають нормам безпеки – 79 одиниць площею 334,43 га. Закритих полігонів та звалищ, які не діють, – 4 загальною площею 9,5 га. Одеська область потребує створення 27 нових полігонів загальною площею 148,48 га. Послугами збирання ТПВ охоплено 70 % населення [82]. Заготівельні пункти вторинної сировини, сміттєпереробні

підприємства, ділянки компостування та сміттєспалювальні заводи в області відсутні, хоча на території Одеської області зареєстровано 185 суб'єктів підприємницької діяльності, що здійснюють збирання, заготівлю відходів як вторинної сировини [31]. На полігонах та звалищах накопичено 10452007 м³ (2613002 т) ТПВ. У 2015 р. в Одеській області зібрано та перевезено на полігони 4800192 м³ (1200048 т) ТПВ, у тому числі: комунальними підприємствами – 1,617 млн. м³, з часткою комунальної власності – 0,003 млн. м³, приватними – 3,18 млн. м³. У сфері поводження з ТПВ працюють 64 підприємства із загальною кількістю працюючих 763 людини, з яких комунальними є 50 підприємств (662 працюючих), 14 – є приватними зі 101 працюючим. У сфері поводження з ТПВ задіяно 109 сміттєвозів, з яких на комунальних підприємствах – 76, на підприємствах з часткою комунальної власності – 1, на приватних підприємствах – 32. Зношеність спецавтотранспорту – 74 %. Паспортизації потребують 144 полігона та звалища. Протягом 2015 р. паспортизовано 55 місць депонування ТПВ. Рекультивациі потребують 46 полігонів та звалищ, за той же період рекультивовані 24 одиниці. Санації потребують 9 полігонів та звалищ, протягом 2015 р. санована 1 одиниця. На території Одеської області виявлено 1183 несанкціонованих сміттєзвалища площею 36,61 га з орієнтовним обсягом ТПВ 0,1159 млн.м³. Всі вони ліквідовані протягом 2015 р.

Загальна кількість полігонів та звалищ на території Херсонської області складає 120 одиниць загальною площею 234 га, з них перевантажених – 1 одиниця площею 30,8 га. Закритих полігонів та звалищ, які не діють, – 4 загальною площею 9,5 га. Існує необхідність у будівництві 21 нового полігону загальною площею 75 га. Послугами збирання ТПВ охоплено 75 % населення [82]. На території області зареєстровано 9 суб'єктів підприємницької діяльності, що здійснюють збирання, заготівлю відходів як вторинної сировини. Заготівельними пунктами заготовлено 10,394 т вторинної сировини [83]. На полігонах та звалищах накопичено 24541928 м³ (7362071 т) ТПВ. У 2015 р. в Херсонській області зібрано та перевезено на

полігони 773947,9 м³ (232190,394 т) ТПВ, у тому числі комунальними підприємствами – 0,24 млн. м³, приватними – 0,55 млн. м³. У сфері поводження з ТПВ працюють 44 підприємства, з яких комунальними є 28 підприємств (470 працюючих), 16 – є приватними з 250 працюючими. У сфері поводження з ТПВ задіяно 123 сміттєвоза, з яких на комунальних підприємствах – 91, на приватних підприємствах – 32. Зношеність спецавтотранспорту – 73 %. Паспортизації потребують 78 полігонів та звалищ. На протязі 2015 р. паспортизовано 2 місця депонування ТПВ. Рекультивації потребують 3 полігона та звалища, протягом 2015 р. жодного місця депонування відходів не рекультивовано. На території області виявлено 430 несанкціонованих сміттєзвалищ площею 0,9 га з орієнтовним обсягом ТПВ 0,002 млн. м³. Всі вони ліквідовані протягом 2015 р.

Отже, суб'єкти підприємницької діяльності, які розташовані на території Одеської і Херсонської областей та повинні здійснювати збирання, заготівлю відходів як вторинної сировини, не виконують свого призначення.

На даний час багато країн ЄС (Нідерланди, Данія, Австрія, Італія, Угорщина, Швейцарія, Німеччина) широко використовують принцип кластеризації. Прийнята «Концепція створення кластерів в Україні», згідно з якою виділено 4 типи кластерів: виробничий, інноваційно-технологічний, туристичний і транспортно-логістичний [84, 85]. На основі світового досвіду кластери стають новою формою економічного розвитку регіонів. Безперечно те, що кластерний підхід може використовуватися при виборі пріоритетних напрямків розвитку окремих галузей регіону. Взаємозв'язок галузі з іншими галузями дозволить сформувати регіональні і міжрегіональні кластери. Регіональним або міжрегіональним кластером є група взаємопов'язаних підприємств, профілюючих і додаткових галузей (споживачів, постачальників відповідного обладнання і т.д.), які характеризуються загальними потребами і реалізують спільний процес виробництва.

Виробничий галузевий кластер – це поєднання підприємств основного виробництва з підприємствами по виробництву: сировини і матеріалів;

основного і допоміжного обладнання; надання послуг із транспортування, складування і збереження; сервісних послуг в сферах дослідження ринку, підготовки кваліфікованих кадрів. Кластеризація може стати основою розвитку галузі регіону, тому що дозволить розвиватися іншим галузям і безлічі спеціалізованих підприємств малого і середнього бізнесу [86 – 90].

Кожний учасник кластеру переслідує свою мету і підвищує ефективність не тільки своєї роботи, але і ефективність роботи конкурента або партнера (рис. 8.2) [91].

Кардинально змінити ситуацію у сфері поводження з ТПВ можливо за допомогою кластерного підходу. Принцип диференціації потоків ТПВ, покладений в основу концепції управління та поводження з ТПВ міських агломерацій [92], являється ключовим і при формуванні структури кластера поводження з ТПВ.

Кластер «Поводження з ТПВ» можна визначити як регіональну просторово-організовану сукупність промислово-виробничих суб'єктів і пов'язаних з ними комерційних і некомерційних організацій, цільова функція якої спрямована на досягнення і підтримку конкурентоспроможності території в умовах раціонального використання вторинних матеріально-енергетичних ресурсів, вилучених з ТПВ з метою повторного включення у господарський обіг та, як наслідок, забезпечення екологічно безпечного середовища існування.

Основний принцип формування кластера підприємств по переробці відходів – принцип спільності процесів утворення відходів з матеріальних ресурсів і спільності регіональної законодавчої бази, що регламентує поводження з відходами. Таким чином, усі суб'єкти господарювання в межах територіально-адміністративної одиниці знаходяться в рівних умовах для здійснення своєї діяльності.

Кластер «Поводження з ТПВ» вважається конкурентоспроможним, якщо він здатен: 1) забезпечувати високу якість міського довкілля; 2) ефективно виробляти та з прибутком реалізовувати на внутрішньому і



Рисунок 8.2 – Взаємозв'язок та інтереси учасників кластеру.

зовнішніх ринках альтернативний енергоносії, продукцію, виготовлену з використанням вторинних матеріальних ресурсів та послуги житлово-комунального призначення, якість яких відповідає сучасним загальносвітовим стандартам; 3) має в розпорядженні розвинений людський капітал та інноваційний потенціал, що дозволяє результативно впроваджувати в системи виробництва та управління новітні досягнення

науково-технічного прогресу, технологічні та організаційні нововведення; 4) відрізняється раціональним та диверсифікованим використанням ресурсної бази; 5) забезпечує стійкий соціально-економічний розвиток, безпеку та високу якість життя населення міських територій; 6) має базу підготовки кадрів відповідних кваліфікацій.

При створенні кластеру «Поводження з твердими муніципальними відходами» доцільно керуватися такими принципами:

1. Ресурсний принцип формування кластера. Відходи розглядаються як сировинні елементи кластера. При цьому основним завданням на регіональному рівні стає визначення обсягу ресурсної бази кластера відходів.
2. Принцип регіонального районування з урахуванням природно-ресурсного потенціалу (природно-кліматичні умови, первинна ресурсна база регіону, адміністративно-територіальне районування, структура житлового фонду).
3. Принцип керівної ролі уряду регіону у формуванні екологічної політики по управлінню відходами. Завдання: визначення довгострокової перспективи в рамках регіональних цільових програм для вкладення інвестицій з боку державного і приватного секторів економіки. Розробка нормативної правової бази. Складання схем територіального планування.

Структуру рівнів інноваційного кластера підприємств по переробці відходів можна представити таким чином:

1 рівень. Ядро кластера утворюють інноваційні центри, дослідницькі і випробувальні центри, створені як при наукових організаціях, ВНЗ, підприємствах, так і незалежні, консалтингові агентства та ін. Це організації, які виконують різні види науково-дослідних і конструкторських робіт із створення технологій, логістичних схем по ефективності використання відходів в якості вторинних ресурсів.

2 рівень. Мережа споживачів інноваційних розробок у сфері

поводження з відходами: організації і підприємства, які надають різного роду послуги у сфері поводження з відходами, проводять роботи по збиранню, сортуванню, транспортуванню відходів і переробці вторинної сировини з утворенням корисного продукту.

3 рівень. Функціонування і розвиток кластера забезпечує соціально-економічна і інша інфраструктури. До них відносяться: адміністративний ресурс, банківський ресурс, людські ресурси (кадри, персонал по всіх видах діяльності, підготовка фахівців необхідної кваліфікації); фізична і технологічна інфраструктури (транспортна інфраструктура, дорожні мережі, комунікації і устаткування та ін.).

Інноваційний потенціал кластера в основному визначається функціонуванням у кластері наступних учасників: науково-дослідних інститутів; ВНЗ; інноваційних, інжинірингових центрів і центрів якості; підприємств, що втілюють інновації та ін.

Визначальним в організації кластера підприємств по переробці відходів є формування промислово-фінансової інфраструктури, що забезпечує впровадження інноваційних, економічно і екологічно ефективних технологій у сфері вторинного використання відходів.

Для розробки і правового супроводу інноваційних технологій в кластер необхідно залучити регіональну владу, науково-дослідні інститути, конструкторські бюро, ВНЗ. Реалізацію інновацій здійснюватимуть проектні інститути, підприємства-виробники устаткування, підприємства-замовники інноваційних технологій. Для фінансування реалізації інновацій в кластер необхідно залучити банки, кредитні організації, венчурні фонди.

Нами розроблена структура кластера у сфері поводження з ТПВ для Одеської та Херсонської областей (рис. 8.3).

До першого рівня відносяться ВНЗ, на базі яких виконують дослідницькі роботи, розробляють технологічні та логістичні ланцюги в сфері поводження з ТПВ та їх компонентами, оцінюють ефективність втілених розробок, наприклад, Одеський державний екологічний університет,

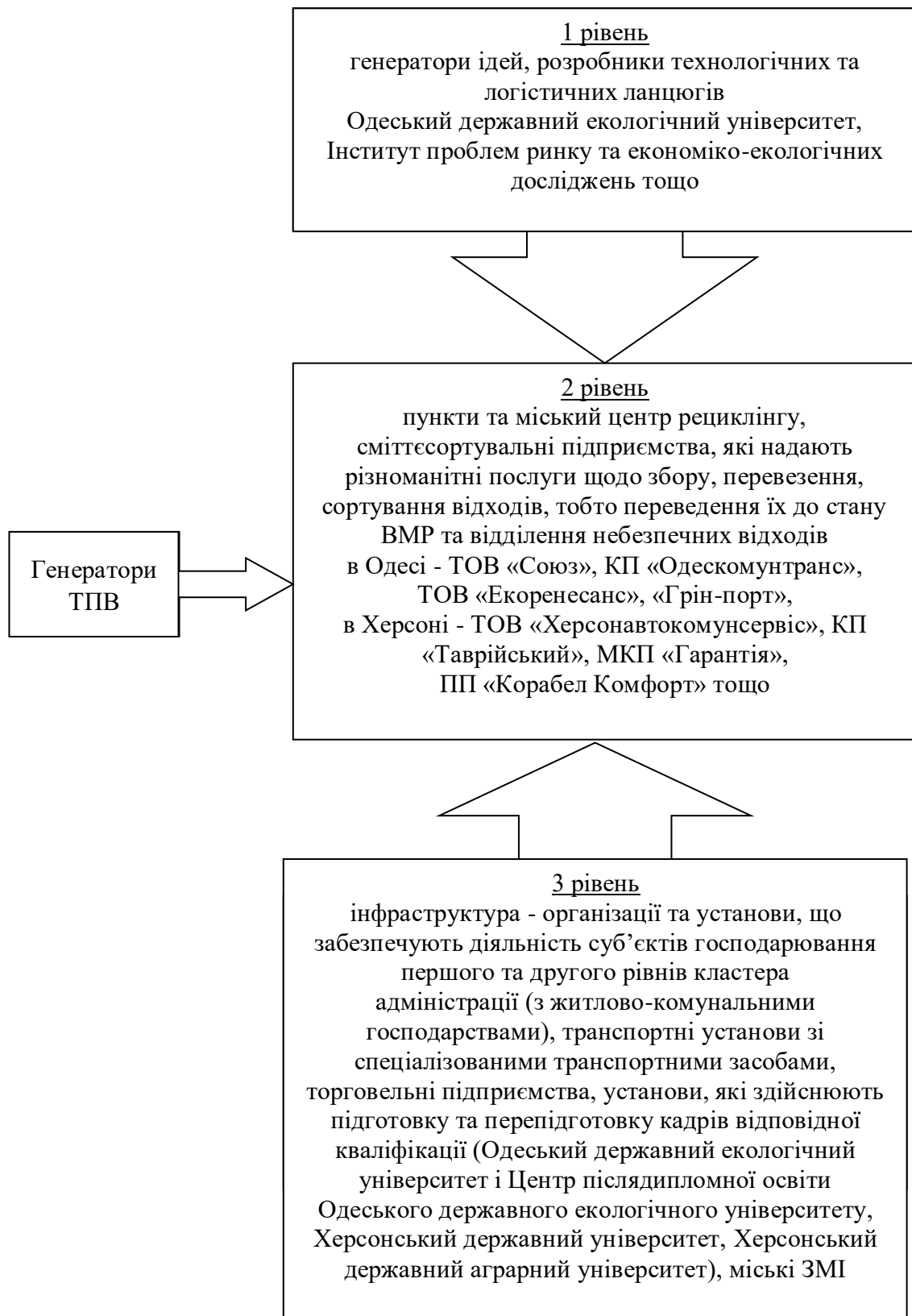


Рисунок 8.3 – Структура кластера у сфері поводження з твердими побутовими відходами для Одеської та Херсонської областей.

Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень тощо.

Другий рівень кластера поводження з ТПВ складають пункти та міський центр рециклінгу [935], сміттесортувальні підприємства, які надають різноманітні послуги щодо збору, перевезення, сортування відходів, тобто переведення їх до стану ВМР та відділення небезпечних відходів. До цього рівня кластеру належать також підприємства, які використовують одержані ВМР в якості сировини для виготовлення цільової продукції, та підприємства, на яких відбувається знищення/знешкодження небезпечного потоку відходів, вилучених з ТПВ. Сформовані на цьому рівні кластера матеріальні потоки залучаються до сфери матеріального виробництва в якості сировинних та енергетичних ресурсів, що суттєво зменшує антропогенне навантаження на навколишнє середовище і забезпечує економію упередженої праці та природних ресурсів. Умовами реалізації економічних інтересів учасників кластера, які формують його другий рівень, мають стати наявність доступного обладнання і технологій щодо збору, перевезення та переробки відходів, кваліфікованих кадрів, інноваційних розробок, а також незмінність ринкового попиту на ВМР та вироблену з відходів продукцію. Учасниками другого рівню кластера в Одесі є ТОВ «Союз», КП «Одескомунтранс», ТОВ «Екоренесанс», «Грін-порт», в Херсоні – ТОВ «Херсонавтокомунсервіс», КП «Таврійський», МКП «Гарантія», ПП «Корабел Комфорт» тощо.

Третій рівень кластера поводження з ТПВ – інфраструктурний, який формують організації та установи, що забезпечують діяльність суб'єктів господарювання першого та другого рівнів кластера адміністративними, інформаційними, кадровими, фінансовими та іншими ресурсами, потрібними для їх функціонування, торговельні підприємства по збуту вироблених ВМР і виробленої кінцевої продукції, а також засоби масової інформації, необхідні в процесі формування екологічної свідомості громадян.

Учасниками цього рівня кластера мають бути місцеві адміністрації (з житлово-комунальними господарствами), транспортні установи зі

спеціалізованими транспортними засобами, установи, які здійснюють підготовку та перепідготовку кадрів відповідної кваліфікації (Одеський державний екологічний університет і Центр післядипломної освіти Одеського державного екологічного університету, Херсонський державний університет, Херсонський державний аграрний університет), міські засоби масової інформації.

Створення регіонального кластеру «Поводження з твердими муніципальними відходами» дозволяє ефективно вирішити проблему ТПВ шляхом виділення із загального потоку ВМР та їх корисного використання завдяки налагодженій системі взаємодії всіх рівнів, що формують кластер. Як наслідок, можливе зменшення обсягів захоронених ТПВ, соціальної напруги навколо питань відходів та пов'язаних екологічних проблем. Для розробки кластерної галузевої стратегії регіону щодо сфери поводження з ТПВ слід провести комплексний аналіз, що включає: аналіз сфери в рамках регіону; його інтегральну оцінку методом SWOT-аналізу; оцінку конкурентоспроможності регіону. Це дозволить визначити взаємозв'язок вказаної сфери з іншими галузями регіону і вирішити проблему утворення та накопичення ТПВ з одержанням ліквідної продукції.

9 ЕКОЛОГІЧНІ ЕКСТЕРНАЛІЇ ВИКОРИСТАННЯ ТУРИСТИЧНО-РЕКРЕАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ОДЕСЬКОГО УЗБЕРЕЖЖЯ

На сучасному етапі розвитку суспільства туристично-рекреаційна діяльність вважається однією з найприбутковіших у світі. За оцінками експертів, лише внесок від туризму в глобальний ВВП к 2023 р. складе близько 3,4 трлн. дол. США [94]. Крім того, туризм та рекреація – це сфера господарювання, що характеризується високим мультиплікативним ефектом, який забезпечується суміжними галузями економіки (транспорт, зв'язок, торгівля, сільське господарство, будівництво, громадське харчування тощо), та відрізняється значною соціальною домінантою. Проте мова про позитивні соціально та економічно значущі результати туристично-рекреаційної діяльності може йти лише за умови врахування її впливу на довкілля та дотримання принципів екологічно безпечного використання природно-ресурсної компоненти туристично-рекреаційного потенціалу територій. З огляду на це, проблема екологічних екстерналій розвитку сфери туризму та рекреації набуває особливої актуальності.

Метою дослідження є визначення сукупності екологічних екстерналій, обумовлених прогнозованим зростанням масштабів туристично-рекреаційної діяльності в прибережній зоні м. Одеса.

В сучасному розумінні екологічні екстерналії – це «речовинно-енергетичні впливи, що завдають шкоди благам природного середовища та викликають додаткові витрати у користувачів цих благ внаслідок їх перебування поза системою економічних відносин, що обумовили виникнення екологічного збитку» [95]. Причиною генезису екологічних екстерналій є неадекватність системи ринкових цін суспільним інтересам, тобто ринок «ігнорує» появу додаткових витрат від погіршення якості навколишнього середовища в результаті господарської діяльності та не

враховує їх в ціні спожитого товару чи послуги, а опосередковано перекладає на суспільство. Найчастіше, до екологічних екстерналій, викликаних туристично-рекреаційною діяльністю, відносять: руйнування природних систем при розміщенні об'єктів туризму та рекреації; порушення природних зв'язків у ланцюгу «повітря – вода – земна поверхня - живі організми»; надмірне використання природно-ресурсних комплексів; забруднення навколишнього середовища викидами транспорту, стічними водами, побутовим сміттям; періодичне збільшення щільності населення в місцях відпочинку тощо. Поряд з переліченими зовнішніми ефектами, розвиток туризму та рекреації в приморських регіонах супроводжується: зменшенням узбережної піщаної смуги через масштабне будівництво готелів та санаторіїв; деградацією природних ресурсів в прибережній зоні та її забрудненням через велике скупчення відпочиваючих.

Сприятливі кліматичні умови, значна протяжність пляжів, інші природно-рекреаційні ресурси дозволяють говорити про перспективність прибережної зони м. Одеса для розвитку різних форм відпочинку та оздоровлення, зокрема, таласотерапії – лікування морським кліматом і купаннями в поєднанні з сонячними ваннами. Можливість розбудови цього напряму туристично-рекреаційної діяльності (насамперед, пляжного відпочинку) є дуже важливим фактором привабливості одеського узбережжя для рекреантів. Проте для забезпечення ресурсно-екологічної безпеки прибережної зони рівень туристичного навантаження має бути в межах нормативного, який для приморських ландшафтних комплексів в літній період оцінюються в 300 – 500 осіб на 1 км² [96]. За даними Агентства з питань інвестицій та розвитку Одеської ОДА, станом на вересень 2015 р. в м. Одеса налічується 276 готелів з номерним фондом 7 тис. номерів на 16,5 тис. місць, а також 2220 місць в санаторно-курортних закладах. З огляду на зростання попиту на відпочинок в м. Одеса для встановлення граничних показників туристичного потоку здійснена оцінка величини логістичного потенціалу рекреаційно-туристичної ємності міських пляжів. Відповідні

показники рекреаційно-туристичної ємності пляжних ресурсів м. Одеса розраховані за методикою [97]. Так, забезпеченість берегової лінії пляжами становить 795 м/км; максимально можлива ємність пляжів – 175 тис. осіб; ступень використання пляжних ресурсів – 10,7 %; максимально можлива річна ємність – 22400 тис. осіб (1120 тис. осіб при 20 туро-днях, 3202,5 тис. осіб при 7 туро-днях); максимальний річний туристичний обіг – 1120 тис. осіб (56 тис. осіб при 20 туро-днях, 457,5 тис. осіб при 7 туро-днях).

Таким чином, показник максимального річного туристичного обігу, що не спричинятиме надмірного навантаження на прибережну зону м. Одеса, складає 56 – 457,5 тис. осіб на рік. Враховуючи тривалість перебування однієї людини в курортній зоні (1 тиждень) та нормативний показник утворення відходів, кількість продукованого відпочивальниками на узбережжі побутового сміття становить понад 3,36 тис. т, що завдає навколишньому середовищу еколого-економічний збиток в розмірі 1,086 млн. дол. США. Крім того, додаткові суспільні витрати обумовлені втратою ресурсоцінних компонентів ТПВ. За оцінками фахівців [59], в містах відпочинку в складі ТПВ міститься до 40 % паперової упаковки, до 20 % скла, до 15 % різної пластмаси. Вилучення цих видів вторинних ресурсів із загального потоку ТПВ, утвореного в межах прибережних територій міста в 2015 р., дозволило би повернути вторинну сировину в економічний кругообіг та зменшити екологічні екстерналії використання туристично-рекреаційного потенціалу Одеського узбережжя на 193,5 тис. дол. США.

10 МОЖЛИВИЙ ВПЛИВ ЗМІН ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ НА РЕКРЕАЦІЙНО-ТУРИСТИЧНУ ДІЯЛЬНІСТЬ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

Температура повітря, один із основних метеорологічних параметрів, визначає погодно-кліматичні умови, впливає на різнобічну життєдіяльність людини. Погодно-кліматичні умови (зокрема, температури повітря) є одним з важливих факторів впливу на природно-рекреаційні ресурси, які, в свою чергу, зумовлюють рекреаційно-туристичну діяльність (РТД). У зв'язку з цим, оцінка можливого впливу змін середньорічних, середньосезонних літніх та зимових температур повітря на розвиток РТД в регіонах України є актуальною проблемою.

Метою роботи є оцінка можливого впливу на РТД змін температурного режиму протягом 2021 – 2050 рр. в регіонах України. Для досягнення поставленої мети вирішені наступні задачі: були проаналізовані існуючі дослідження щодо оцінки впливу кліматичних змін на РТД та комфортність існування рекреантів; побудовані прогностичні схеми розподілу значень середньорічних, середньосезонних літніх та зимових температур повітря в разі сценарію помірної зміни клімату (RCP4.5); надана оцінка можливого впливу змін термічного режиму на РТД в різних регіонах України.

Відомо, що рекреаційно-туристична привабливість територій залежить від наявності природних, історико-культурних та соціально-економічних факторів. До природних факторів належать усі природні об'єкти, явища та процеси, що здатні створювати сприятливий лікувальний, оздоровчий і емоційний вплив на рекреантів (туристів). Саме вони, за умови збереження їх якісного екологічного стану, визначають можливість і доцільність організації на певній території ефективної РТД [99].

Лікувально-оздоровчий вид РТД належить до найбільш залежних від погоди та клімату; при цьому, погодно-кліматичні умови є одним із

визначальних чинників, перш за все, для їх виникнення та розвитку в певному регіоні. Крім того, розглядаючи вплив клімату і погоди на РТД, варто брати до уваги метеотропні реакції організму людини та метеотропні захворювання, що можуть спостерігатися як у місті постійного проживання, так і у місцях відпочинку [100]. Аналіз усіх впливів довкілля на людину показує, що найбільш істотними для здоров'я, самопочуття людини та її життєдіяльності (працездатності, продуктивності праці) є фактори, які визначають її тепловий стан. У разі особливо несприятливих поєднань цих факторів виникає загроза переохолодження чи навіть обмороження, або ж перегріву організму (теплого, сонячного удару).

Вплив погодно-кліматичних умов на РТД можна охарактеризувати таким чином: погода та клімат є водночас обмежуючими та стимулюючими чинниками для розвитку РТД; різкі зміни погоди або навіть незначні відхилення від кліматичної норми для даного регіону можуть спричинити істотні фінансові витрати на рекреаційно-туристичну галузь (наприклад, у разі дощового літа або менш сніжної зими); погода і клімат є домінуючими факторами, що впливають на формування не лише пропозиції, а й попиту в рекреаційно-туристичній сфері; врахування інформації про клімат і погоду відіграє особливу роль для захисту здоров'я рекреантів (туристів), особливо груп ризику (літні люди, хворі та діти); характеристики окремих параметрів (температура повітря, швидкість та переважаючі напрямки вітру, тривалість сонячного саява та характеристики радіаційних потоків, кількість опадів) відіграють важливу роль для РТД [101].

Найбільш суттєво погодно-кліматичні умови спроможні впливати на людину через реакцію її організму на комплекс метеорологічних і геофізичних параметрів (температура та вологість повітря, атмосферний тиск, опади, швидкість вітру, хмарність, кількість сонячних днів, сумарна сонячна й ультрафіолетова радіація, тривалість дня і ночі тощо). Звичайно, що ступінь сприятливості погодно-кліматичних умов кліматичних характеристик території є неоднаковим для оцінки різних видів РТД.

Наприклад, найбільш сприятливими для літніх видів відпочинку є температура від +20 до +26 °С та швидкість вітру до 5 м/с, а для зимових – від 0 до –25 °С, швидкість вітру також не вища за 5 м/с [102].

Комфортні для людини характеристики клімату є доведеними факторами відновлення працездатності та нормалізації стану організму людини, оскільки створюють умови, за яких ці процеси протікають найбільш ефективно. Особливо привабливими для туристів є ті території, на яких не спостерігаються стихійні гідрометеорологічні явища (урагани, смерчі, довготривалі зливові дощі та періоди спекотної погоди), а комфортність клімату поєднується з іншими екологічними факторами (чистим повітрям, насиченим молекулами морської солі, фітонцидами або ароматами цілющих гірських трав тощо) [103].

Суть рекреаційно-туристичної оцінки клімату зводиться до вивчення залежності фізіологічного стану людини від впливу метеорологічних чинників. Для розвитку зимових видів рекреації сприятливими є тривалість періоду із середньодобовими температурами повітря нижче -5 °С (при швидкості вітру < 5 м/с та наявності оптимальної товщини снігового покриву від 10 до 30 – 40 см). Наприклад, в Українських Карпатах привабливими є території, де кількість днів із сприятливою середньодобовою температурою перевищує 60 %, повторюваність випадків із сильними вітрами (> 10 м/с) – менше 10 %, а кількість днів з несприятливими природними явищами становить не більше 10 % [104].

На сьогоднішній день у світі існує близько 200 різноманітних кліматично-туристичних (біокліматичних) індексів, більшість з яких ґрунтується на використанні значень найпоширеніших метеорологічних величин – температури, відносної вологості, характеристик вітру, сонячної радіації, хмарності [105]. Як правило, ці індекси визначають діапазон значень метеорологічних факторів, за яких людина почуватиметься комфортно або дискомфортно (індекси холодового стресу і теплового удару), тобто це показники суб'єктивного сприйняття комфорту або дискомфорту. Найбільш

широковживаним є кліматично-туристичний індекс (*TCI* – Tourism Climate Index):

$$TCI = 8Cld + 2Cla + 4R + 4S + 2W, \quad (10.1)$$

де *Cld* – індекс комфорту в денний час, що складається з середньої максимальної температури повітря (°C) та середньої мінімальної відносної вологості (%);

Cla – добовий індекс комфорту, що складається з середньої температури повітря (°C) та середньої відносної вологості (%);

R – кількість опадів, мм;

S – тривалість сонячного сяйва, год.;

W – швидкість вітру, м/с [106].

Оскільки клімат суттєво впливає на РТД, то імовірна зміна клімату може спричинити зменшення кількості рекреантів в окремих регіонах. Вплив змін клімату на рекреаційно-туристичну галузь певного регіону залежатиме від погодно-кліматичних умов, які були на даній території до змін, та від абсолютних величин змінень окремих метеорологічних параметрів. Наприклад, для регіонів, яким властиві високі температури, значна кількість сонячної радіації, висока відносна вологість та слабкі вітри, підвищення температури повітря на 1 °C не призведе до істотних змін кількості рекреантів. З іншого боку, регіони, де рекреаційно-туристичний сезон і так обмежений, можуть бути дуже чутливими до найменших кліматичних змінень: нетривалий кліматичний сезон іще скоротиться, зменшиться кількість рекреантів, а це призведе до нерентабельності рекреаційної діяльності на певних територіях. Найістотнішим є ризик для гірських та прибережних регіонів [107].

Стан здоров'я і тривалість життя населення України, а також умови для РТД визначаються багатьма факторами, серед яких особливе місце посідає вплив кліматичних факторів; на фоні підвищення температури і зниження

кількості опадів зростає кількість хвороб системи кровообігу та органів дихання; температура і вологість повітря в деяких випадках сприяють розмноженню збудників і переносників інфекційно-паразитарних захворювань, збільшуючи їх чисельність і ареал, що призводить до слабкої захищеності населення [108].

Зміна гідрологічного режиму може сприяти зменшенню водності і підвищенню температури поверхневих вод, а це збільшує рівень їх холеро-небезпечності. Досить імовірно, що у зв'язку з очікуваним глобальним потеплінням, особливо екстремальним влітку в південних регіонах України з жарким кліматом, смертність серед дорослого населення і дітей, пов'язана з тепловим стресом, може збільшитися [109].

Наслідком глобальних змін клімату можуть бути суттєві зміни у функціонуванні й розподілі екосистем та їх складників. Негативні результати зміни клімату вже відчутні в Україні і завдають їй значних збитків (повені, пожежі тощо). Україна розташована в різних зонах, які характеризуються великим різноманіттям екосистем. Глобальні зміни можуть по-різному проявитися на регіональному (локальному) рівні, бо клімат опосередковано впливає на ряд факторів екосистеми, що пов'язані між собою. Зміни клімату вже сьогодні реально проявляються, а їхні наслідки завдають відчутних збитків в Українських Карпатах, коли екосистеми виявилися неспроможними протидіяти впливу катастрофічних повеней, які виникли через надмірну кількість опадів, порушення стану лісових екосистем, незадовільне функціонування водотоків [110].

У процесі змінення клімату в бік потеплення на території України, ймовірно, буде відбуватися трансформація природно-ландшафтних комплексів, їх видового складу, продуктивності та стабільності, що неминуче відіб'ється на існуючих формах РТД. Що ж стосується прибережної зони, то вже у теперішній час підйом рівня Чорного моря є доведеним фактом і становить приблизно 1,5 мм на рік. Процеси підвищення рівня Світового океану адекватно проявляються і в Чорному морі, що дає підставу

прогнозувати основні сценарії підвищення рівня моря до 2100 р. В умовах активного підвищення рівня моря найбільш негативних наслідків можна очікувати в межах прибережної зони. Природні екосистеми, рекреаційно-туристичні, санаторно-курортні та інші об'єкти прибережної зони можуть зазнавати найбільшого негативного впливу від процесів, викликаних сучасним потеплінням клімату і, як наслідок, відповідним підвищенням рівня моря [111, 112]. Таким чином, критичний аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що зміна погодно-кліматичних умов (зокрема, температури повітря) можуть суттєво впливати на сталий розвиток РТД в Україні та її окремих регіонів: зміщення меж природно-кліматичних зон, зміну структури РТД; перерозподіл рекреаційно-туристичних потоків; зміну стану об'єктів РТД та тривалості їх використання; зміну біокліматичних умов і комфортність для рекреантів. Однак, при цьому, не завжди беруться до уваги конкретні просторово-часові кліматичні зміни в залежності від сценаріїв викиду парникових газів, можливі зміни температурного режиму.

В роботі як вихідні дані використовувались результати досліджень зміни клімату за експериментом CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment), що створений Всесвітньою програмою досліджень клімату для формування ансамблю прогностичних регіональних кліматичних моделей на всіх континентах у глобальному масштабі. Моделювання клімату в межах CORDEX базується на сучасному наборі глобальних кліматичних моделей CMIP5 та зосереджується на експериментах з використанням сценаріїв викидів – RCP4.5 і RCP8.5 (RCP – Representative Concentration Pathways / Репрезентативні траєкторії концентрацій), які належать до сценаріїв середнього та високого рівнів викидів парникових газів [113]. Проаналізовані лише дані щодо середньорічних, а також середньосезонних літніх та зимових температур повітря (сценарій середнього рівня викидів парникових газів – RCP4.5) по 85 пунктам спостережень, розташованих у різних регіонах України. Спираючись на моделі розподілу середньорічних, середньосезонних літніх та зимових значень температур повітря у 2021 р. і

2050 р. з використанням ГІС-паketу MapInfo Professional побудовані відповідні схеми (рис. 10.1 – 10.6). На жаль, ці схеми в роботі наведені в чорно-білому зображенні, які недостатньо наочно передають характер розподілу температурив порівняно з їх кольоровими варіантами.

Аналізуючи отримані результати для середньорічної температури повітря, можна відзначити, що протягом 2021 – 2050 рр. на більшій частині території України очікується зростання температури повітря. За моделями, лише в центрі та на сході країни прогнозується підвищення температурних показників, в той час, на заході можливе падіння середньорічної температури повітря в межах періоду дослідження. Так, можна відзначити, що протягом 2021 – 2050 рр. в західних областях України для RCP4.5 спостерігається тренд на зменшення середньорічних температур повітря на 0,4 – 0,6 °С. Найінтенсивніше зростання температурних величин очікується в південних та східних регіонах. За даними RCP4.5 середньорічна температура повітря зростає на 0,5 – 0,7 °С за тридцятиріччя. Максимальні значення додатного тренду температури можливі в АР Крим. Проте просторовий розподіл середньорічної температури повітря в межах території України протягом 2021 – 2050 рр. не демонструє суттєвих відмінностей окремо для кожного сценарію. Так, можна відзначити, що найвищі показники (понад 10 °С) очікуються в АР Крим. Для Півдня України характерні температури на рівні 8 – 9 °С. Більша частина території, зокрема Лісостеп і Полісся, перебуватимуть під впливом середньорічних температур повітря на рівні 7 °С. Мінімальні ж значення вказаної характеристики (6 °С) очікуються на північному сході країни, в межах Сумської та Чернігівської областей, а також в Закарпатті. Порівняльна характеристика схем розподілу середньорічної температури повітря у 2021 р. наведена на рис. 10.1, а у 2050 р. – на рис. 10.2.

Оскільки окремі форми РТД носять сезонний характер, то доцільно проаналізувати можливі зміни температурного режиму повітря у літний і зимовий періоди.

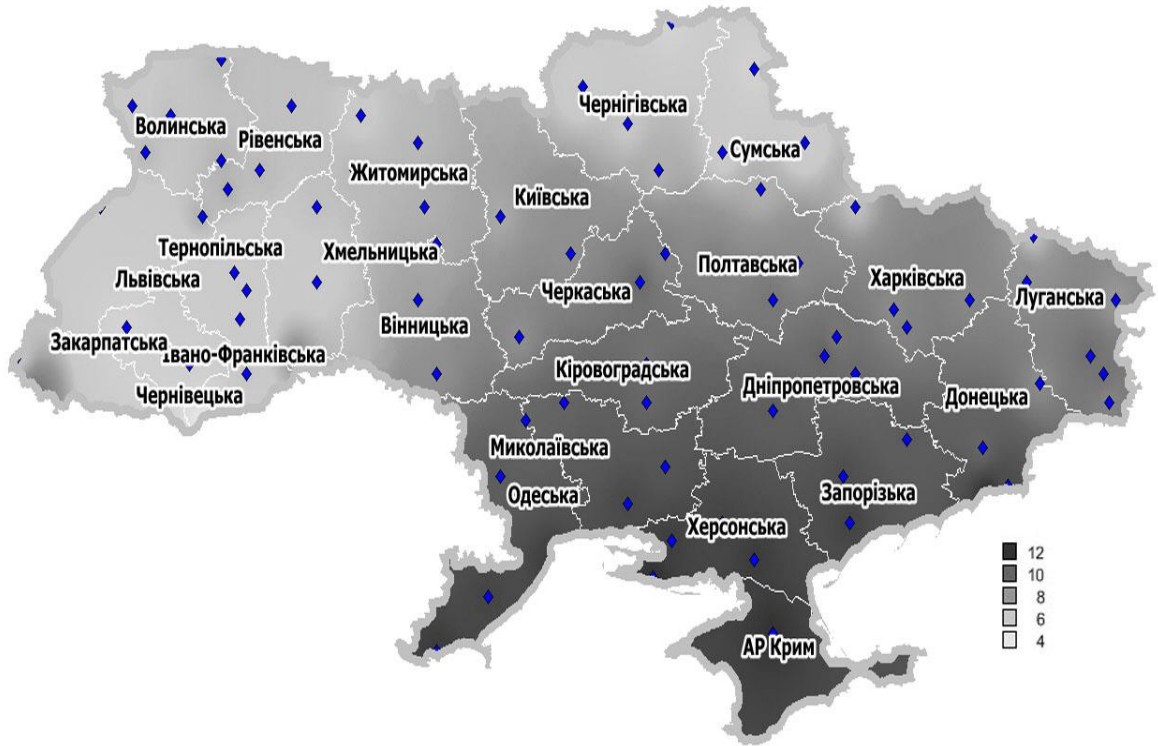


Рисунок 10.1 – Розподіл середньорічних температур повітря у 2021 р.
(для сценарію помірної зміни клімату).

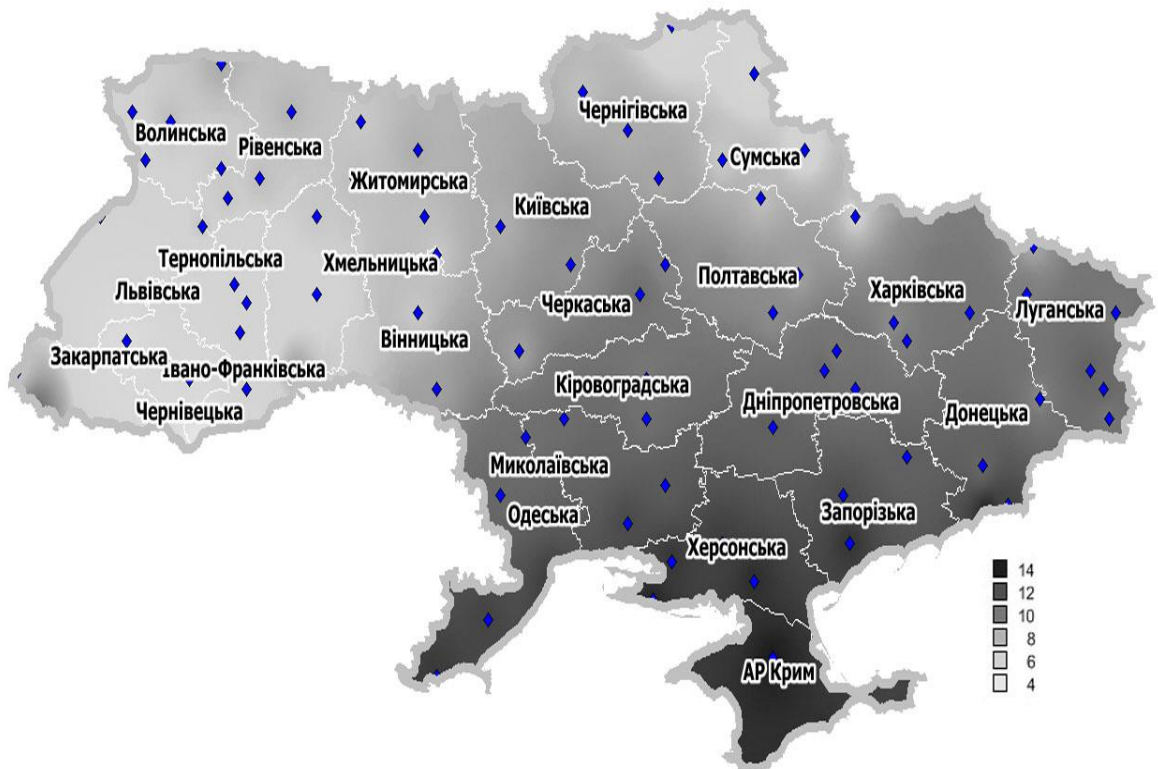


Рисунок 10.2 – Розподіл середньорічних температур повітря у 2050 р.
(для сценарію помірної зміни клімату).

Для літніх температур повітря практично, як і для середньорічних, відзначається їх поступове зростання. Від’ємний тренд температури фіксується лише в Чернівецькій та Івано-Франківській областях, а також на півдні Одещини. Для інших областей заходу та центру України очікується зростання температури повітря, в середньому, за 30 років на $0,2 - 0,6$ °C. Найбільш інтенсивне підвищення літньої температури прогнозується на півдні, сході та, навіть, північному-сході країни. При цьому цікавим є той факт, що на північному сході це найвагомніше збільшення середньої температури за літо. Структура термічного поля вказує на поступове зменшення значень температури з південного сходу на північний захід України. Порівняльна характеристика схем розподілу середніх значень літніх температур повітря у 2021 р. (рис. 10.3) і 2050 р. (рис. 10.4) показує, що максимальні температури слід очікувати на південному сході країни, а мінімальні – в районі Закарпаття.

Надзвичайно важливі та вкрай цікаві результати, отримані для зимових температур повітря. На відміну від середньорічних та літніх, де не відзначалось дуже різких відмінностей між сценаріями, для зимового температурного режиму ці зміни є істотними. Практично по всій території України протягом 2021 – 2050 рр. прогнозується інтенсивне зменшення температури, в середньому на понад 2 °C за тридцятиріччя. Це може свідчити про можливе збільшення екстремальності зимових температур та повторюваності холодних днів. Найбільші значення від’ємного тренду температури очікуються на заході країни. В східних регіонах різких змін мінливості цієї гідрометеорологічної характеристики в межах періоду дослідження не очікується. Просторовий розподіл середньосезонних зимових температур демонструє локалізацію осередків найбільш холодних температур на північному сході країни з поступовим їх підвищенням в напрямку південного заходу. В Степовій зоні температури в середньому за зиму коливатимуться в межах від -2 °C до 0 °C, Лісостеповій та Поліссі – біля -3 °C. Зміни температурного режиму на території країни матимуть



Рисунок 10.3 – Розподіл середньосезонних літніх температур повітря у 2021 р. (для сценарію помірної зміни клімату).

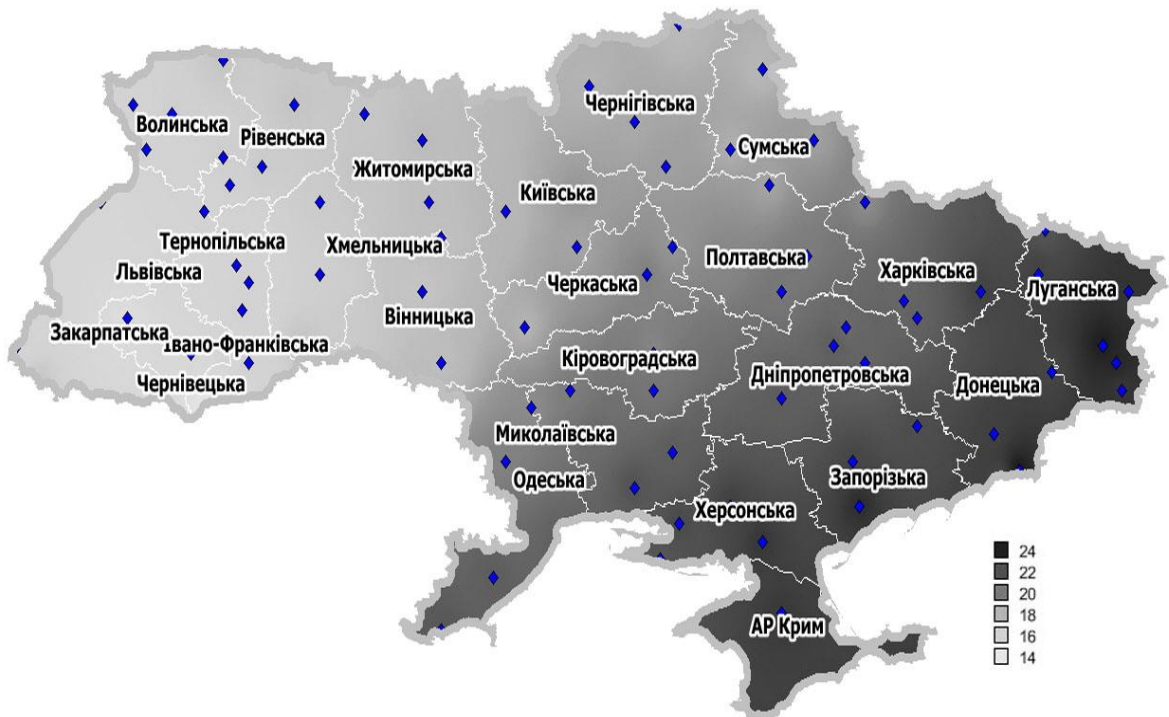


Рисунок 10.4 – Розподіл середньосезонних літніх температур повітря у 2050 р. (для сценарію помірної зміни клімату).

нерівномірний характер. За даними сценарію RCP4.5 прогнозується спад сезонних зимових температур повітря (рис. 10.5, 10.6).

Протягом 2021 – 2050 рр. різких змін у розподілі опадів по території України очікувати не слід. Найбільша кількість опадів в середньому за рік та по сезонам прогнозується для західних областей країни, найменша – для південних. В той же час сума опадів за літні сезони дещо перевищуватиме зимові опади. При цьому для більшості регіонів тренд на збільшення кількості опадів найбільш можливий у випадку розвитку сценарію викидів RCP4.5.

Зміни температури повітря є важливим, але не єдиним фактором, що зумовлює комфортність кліматичних умов, а тому застосовані різні біокліматичні показники. Очікується, що з 2025 р. еквівалентно-ефективна температура (*EET*) по всій території України суттєво зростатиме у зимовий і літній сезони. Взимку буде домінувати тепловідчуття «холодно» ($EET = -11,9 - 0$ °C), але у Закарпатті (лише у грудні) та Південному Степу (у грудні і січні) можуть спостерігатися умови, які надають організму людини тепловідчуття «дуже прохолодно» ($EET = 0,1 - 6,0$ °C). Влітку у Передкарпатті, в Закарпатті, Поліссі та Лісостепу буде переважати тепловідчуття «комфортно помірно тепло» ($EET = 12,1 - 18,0$ °C), а у степовій зоні буде домінувати тепловідчуття «комфортно тепло» (за винятком липня) [114]. Ця тенденція, може статися, буде продовжуватися до 2050 р.

Зміна кліматичних умов і, зокрема, температурного режиму може вплинути на можливості РТД в регіонах України. На сьогодні існує кілька схем рекреаційної регіоналізації території України, запропонованих О. Бейдиком, П. Масляком, О. Шаблієм, А. Мокляком, М. Крачилом, І. Родичкіним та іншими дослідниками. За О.О. Бейдиком [115] в межах території України можна виділити такі ресурсно-рекреаційні райони: 1) Причорноморський (дуже високий рейтинг) об'єднує АР Крим, Одеську, Миколаївську, Херсонську області; 2) Карпатсько-Подільський (високий

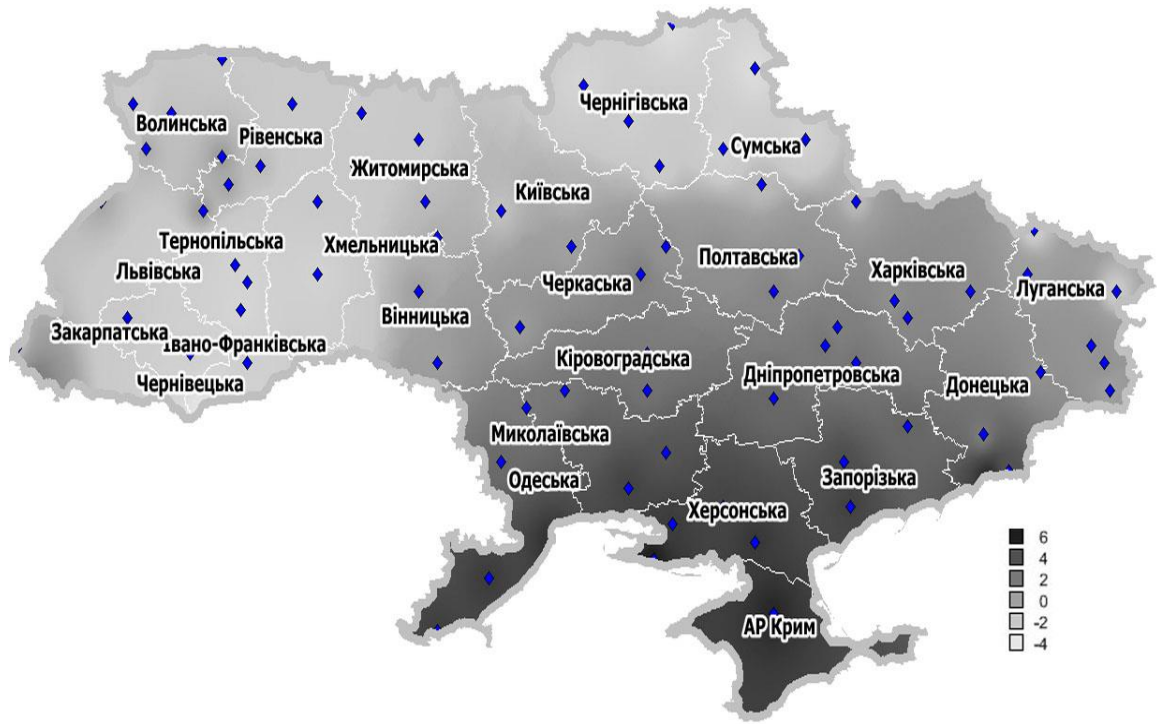


Рисунок 10.5 – Розподіл середньосезонних зимових температур повітря у 2021 р. (для сценарію помірної зміни клімату).



Рисунок 10.6 – Розподіл середньосезонних зимових температур повітря у 2050 р. (для сценарію помірної зміни клімату).

рейтинг) охоплює Закарпатську, Львівську, Івано-Франківську, Чернівецьку, Тернопільську, Хмельницьку, Вінницьку області; 3) Полісько-Столичний (середній рейтинг), до складу якого входять Волинська, Рівненська, Житомирська, Київська, Чернігівська, Полтавська, Черкаська області; 4) Придніпровсько-Донецький (дуже низький рейтинг) включає Дніпропетровську, Запорізьку, Кіровоградську, Донецьку, Луганську області; 5) Харківський (низький рейтинг) включає Харківську, Сумську області. Фізико-географічні особливості цих районів сприятливі практично до цілорічної РТД (рис. 10.7).



Рисунок 10.7 – Схема ресурсно-рекреаційного районування України [76].

Згідно з Законом України «Про туризм» (1995), залежно від категорій осіб, які здійснюють туристичні подорожі (поїздки, відвідування), їх цілей, об'єктів, що використовуються або відвідуються, чи інших ознак існують такі види туризму (РТД): дитячий; молодіжний; сімейний; для осіб похилого віку; для інвалідів; культурно-пізнавальний; лікувально-оздоровчий; спортивний; релігійний; екологічний (зелений); сільський; підводний; гірський; пригодницький; мисливський; автомобільний; самодіяльний тощо. Однак така диференціація РТД має дуже умовний характер (наприклад, екологічний

туризм може поєднуватися з культурно-пізнавальним, лікувально-оздоровчим, підводним, гірським тощо). У багатьох випадках важко провести межі між санаторно-курортною і рекреаційно-туристичною діяльністю, оскільки під час лікування можливо здійснювати піші походи, кінні та велосипедні прогулянки, відвідувати об'єкти історико-культурної спадщини тощо.

Основними факторами формування найвищого природно-рекреаційного потенціалу Причорноморського ресурсно-рекреаційного району (Одеська, Миколаївська та Херсонська області, АР Крим) є кліматичні умови, водні об'єкти (насамперед, морський басейн і лимани), мінеральні води, пелоїди, території та об'єкти природно-заповідного фонду, мальовничі природні ландшафти тощо. Унікальне поєднання фізико-географічних особливостей, привабливість прибережної зони цього рекреаційного району і різноманітність рекреаційних ресурсів є найважливішими передумовами розвитку різних форм РТД. Як було зазначено вище, лікувально-оздоровчий вид РТД належить до числа найбільш залежних від погодно-кліматичних умов. Дуже інтенсивне зростання температурних величин у 2050 р. передбачається саме на території Причорноморського рекреаційного району. Але незначне збільшення літніх температур повітря, практично, як і для середньорічних, а також зміни природно-ландшафтних комплексів прибережної зони, навряд чи суттєво відобразиться на вже сформованих формах РТД влітку (кліматотерапію, таласотерапію, гідротерапію тощо). Зростання температури повітря, в середньому, за 30 років на 0,2 – 0,6 °С у західних і центральних областях України істотно не вплине на можливості літніх форм РТД. Збільшення кількості опадів переважно у всіх регіонах може незначно вплинути на біокліматичні особливості та РТД на території Карпатсько-Подільського та Полісько-Столичного ресурсно-рекреаційних районів.

Основні гірськолижні центри Українських Карпат (Буковель, Драгобрат, Пилипець, Плай, Славське, Яблуниця тощо) розташовані на території

гірських хребтів Східних Бескидів, Горган, Покутсько-Буковинських Карпат, масиву Свидовець, а також Полонинського і Вододільного хребтів. На жаль, немає даних безпосередньо за цими пунктами, але тенденція зменшення сезонних зимових температур повітря, що спостерігається в передгір'ї (див. рис. 10.5, 10.6), проявлятиметься більш чітко в високогірних районах, що є позитивним фактором для збереження і розвитку зимових форм РТД в Українських Карпатах до 2050 р. Навряд чи, навіть при розвитку сценарію RCP8.5, підвищення температури повітря у зимові періоди в Українських Карпатах буде істотно впливати на прогнозне погіршення умов зимових форм РТД, хоча, по аналогії з альпійськими країнами, може неістотно зростати питома вага площі штучного снігового покриву. Крім того, прогнозується, що найбільша кількість опадів в середньому за рік та по сезонам прогнозується для західних областей країни, що є також позитивним фактором.

В результаті проведених досліджень можна зробити такі висновки: зміни середньорічних, середньосезонних літніх та зимових температур повітря для сценарію помірної зміни клімату в середньому за 30 років (2021 – 2050 рр.) істотно не вплинуть на можливості літніх форм РТД та їх стійкий розвиток в регіонах України, а також на рівень теплового навантаження на рекреантів (туристів). При розвитку цього сценарію кліматичних змін не прогнозується також істотне погіршення умов зимових форм РТД, насамперед, в Українських Карпатах.

11 ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ІНСТРУМЕНТІВ В ЗАДАЧАХ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

В умовах зростання обсягів та значущості інформації в усіх сферах людської діяльності і актуалізації екологічних проблем сучасності дуже важливим постає розуміння взаємозв'язку цих двох факторів, забезпечення поєднання екологічних аспектів та інформаційної сфери [116], що безпосередньо впливають на розвиток суспільства та усвідомлення необхідності використання сучасних інформаційних технологій в сфері природокористування.

Ми стикаємось з необхідністю прийняття рішень майже на всіх етапах досліджень, що свідчить про спробу докладного вивчення даного питання. Слід зауважити, що багато областей наукових знань пов'язані з вирішенням задачі прийняття рішень: філософія, психологія, соціологія, економіка, зокрема, екологія і т.д. Розробка політичних рішень на національному (та навіть глобальному) рівнях також стали більш ґрунтуватись на систематичному аналізі, що пов'язаний із розробкою відповідних систем підтримки прийняття рішень (СППР).

З історії підтримки прийняття рішень та їх аналізу бачимо, що багато інструментів і методик було розроблено з метою допомогти приймати рішення за умов складних вихідних даних. Також бачимо, що більшість з цих методів і інструментів базується на одному з трьох основних аспектів інституційних проблем прийняття рішень. Наприклад, у багатьох працях [118 – 120], присвячених дослідженню операцій, можна знайти пояснення загальних моделей, що описують принципи вибору оптимального рішення на базі відповідних вихідних даних.

Актуальність даної роботи обумовлена важливістю та, водночас, недостатньою вивченістю саме інформаційної складової в природоохоронній

сфері, як необхідного елементу формування та забезпечення певного довідкового базису, при прийнятті важливих, в екологічному сенсі, управлінських рішень.

Відповідно до Закону України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні» [121], впровадження новітніх інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в усі сфери суспільного життя і в діяльність органів державної влади та органів місцевого самоврядування є одним з пріоритетних напрямів державної політики. Важливим є створення національної, галузевих і регіональних інформаційних систем у сфері охорони довкілля з метою сталого використання природних ресурсів, розширення доступу громадськості до екологічної інформації та своєчасного інформування про результати регіонального екологічного аудиту та екологічного моніторингу.

В той же час, в основному документі, що визначає державну екологічну політику України на період до 2020 року [122], велике значення приділяється саме інформаційній складовій в контексті збереження та покращення стану довкілля. Однією зі стратегічних цілей цього документу є підвищення рівня екологічної свідомості, що може бути досягнута шляхом створення національної інформаційної системи охорони навколишнього середовища, мережі загальнодержавної автоматизованої інформаційно-аналітичної системи забезпечення доступу до екологічної інформації, що включатиме, зокрема, національну систему кадастрів природних ресурсів, реєстри викидів та перенесення ЗР. Виконання стратегічних планів, передбачених документом, дасть змогу вдосконалити державну систему моніторингу НПС та систему інформаційного забезпечення процесу прийняття управлінських рішень в природоохоронній сфері.

Вище наведені законодавчі документи підкреслюють важливість та актуальність використання ІКТ в сфері природокористування, як універсального інструменту у вирішенні задач збереження та покращення стану довкілля, і в той же час обумовлюють домінуючу роль інформації, як

одного з найважливіших ресурсів сучасності. Внутрішні потреби держави, які стосуються інформаційного забезпечення процесів прийняття управлінських рішень (екологічно безпечних) щодо реалізації національної екологічної стратегії, екологічних політик, та зовнішні вимоги стосовно додержання міжнародних екологічних зобов'язань – все це є необхідними умовами формування й удосконалення інформаційних систем екологічного управління [116].

Становленню та розвитку інформаційного суспільства, тобто проникнення інформаційної складової та загалом процесу інформатизації в усі сфери суспільної діяльності присвячено багато фундаментальних досліджень та праць [123 – 125].

Логічним закінченням будь-якої діяльності є її результат, який може бути представлений у вигляді кінцевого продукту (матеріальний аспект), або сукупності відповідних висновків чи рішень. Сутність та зміст отриманих результатів формуються на базі вхідних потоків речовини, енергії та інформації та безпосередньо залежать від їх якості та кількості. В процесі прийняття рішення найважливішою є саме інформаційна складова, яка покликана сформулювати у відповідального за прийняття рішення суб'єкта загального уявлення про характер, масштаби та складність вирішуваної проблеми, надати альтернативні варіанти розвитку ситуації та попередити про можливі як позитивні, так і негативні наслідки прийняття рішення. У всіх структурних елементах системи управління та на всіх етапах прийняття управлінських рішень завжди наявний інформаційний аспект [116]. Розглядаючи більш конкретний приклад процесу прийняття рішення в сфері природокористування, слід зупинитися на розумінні поняття інформація саме в цій галузі. За визначенням Реймерса М.Ф. [126] інформація в природокористуванні – сукупність даних про кількісні, якісні та динамічні (минулому, теперішньому та майбутньому) стани природних ресурсів та систем, їх взаємозв'язки та необхідність для існуючої (а також прогнозованої) форми господарства, розвитку культури і життя людства.

Відповідно до Закону України «Про інформацію» [127], екологічною інформацією є інформація про стан довкілля, що включає відомості та дані про стан складових довкілля та його компоненти, включаючи генетично модифіковані організми, та взаємодію між цими складовими; фактори, що впливають або можуть впливати на складові довкілля (речовини, енергія, шум і випромінювання, а також діяльність або заходи, включаючи адміністративні, угоди в галузі НПС, політику, законодавство, плани і програми); стан здоров'я та безпеки людей, умови життя, стан об'єктів культури і споруд тією мірою, якою на них впливає або може вплинути стан складових довкілля. Дуже важливим є визначення тих етапів, які проходять екологічні інформаційні ресурси від етапу їх створення до етапу потрапляння до суб'єкта, уповноваженого приймати відповідні рішення. Виходячи з цього під інформаційної підтримкою в сфері природокористування слід розуміти безперервний процес збору, обробки та первинного аналізу екологічно значимої та стратегічно необхідної для прийняття певних управлінських рішень інформації. Безперервність процесу обумовлена необхідністю у постійному оновленні інформації, забезпеченні її актуальності з метою отримання як можна більш об'єктивних рішень, що ґрунтуються на неї. Доцільно зупинитися більш детально на кожному з етапів процесу інформаційної підтримки для розуміння основного механізму формування відповідної інформаційної платформи, адже від інформаційного забезпечення системи управління, а також різних інформаційних систем, що обслуговують процеси прийняття управлінських рішень, всебічно залежать оперативність і якість управління [116].

До етапу збору інформації відноситься сукупність операцій, направлених на отримання даних зі всіх можливих джерел, що певною мірою характеризують досліджуваний об'єкт. При цьому слід додати, що дуже важливим при прийнятті рішення в природоохоронній сфері є надходження даних не тільки про якісні та кількісні параметри навколишнього середовища, тобто дані моніторингу довкілля, але й інформація, що

відображає певні економічні показники та критерії, що можуть варіюватися залежно від мети конкретного дослідження, та дані соціологічних опитувань, громадських слухань та обговорень. Для забезпечення можливості ефективного оперативного і стратегічного управління територіями і прийняття оптимальних (раціональних) рішень регіональними органами державної влади, місцевого самоврядування (та іншим зацікавленим у прийнятті еколого орієнтованих рішень суб'єктам) потрібна наявність різних типів актуальної просторової інформації (геологічної, географічної, екологічної, економічної, соціальної), даних кадастрів і моніторингу, можливість автоматизованого аналізу і візуалізації цієї інформації, системи підтримки і прийняття рішень тощо, урахування великої кількості факторів із різних галузей знань, причому необхідно розглядати їх у причинно-наслідковому взаємозв'язку, який досить часто не є очевидним [128]. Сукупність різнобічної вхідної інформації, що враховує екологічну, економічну та соціальну компоненти, дає змогу говорити про більшу об'єктивність винесеного майбутнього рішення та узгоджується з ідеологією концепції сталого розвитку, яка базується саме на врахуванні цих трьох основних складових.

Етапи обробки та первинного аналізу реалізуються за допомогою спеціального устаткування, програмного та апаратного забезпечення з метою надання інформації певної однорідності, групування, ранжування отриманих даних та інші математичні та статистичні операції, що дозволяють представити кінцевий інформаційний продукт у зручній для обробки формі. Цей етап може бути реалізований за допомогою географічних інформаційних систем (ГІС) [129], що набули особливої популярності в останні роки, адже вони володіють не тільки можливістю формування необхідних банків даних, що охоплюють як просторову так і атрибутивну інформацію, але й спроможні на певний спектр аналітичних функцій та можливостей, що істотно спрощує кінцеве завдання з формування необхідної інформаційної платформи для прийняття відповідних рішень та висновків. Формування

загальнодержавної ГІС можливо реалізувати на основі ГІС для схеми планування територій областей. Впровадження такої системи стане інформаційною підтримкою прийняття управлінських рішень для забезпечення оптимального розвитку області, а також і держави в цілому. Адже стрімкий розвиток ІКТ дозволяє збирати та обробляти великі обсяги даних, але неузгодженість цієї інформації в різних відомствах не дає можливості дати комплексну оцінку цих даних і використання їх при прийнятті рішень. Ці проблеми, як свідчить міжнародний досвід, з успіхом вирішує застосування ГІС з розробленим відповідним програмним забезпеченням, що крім накопичення та відображення просторово поширених даних дозволить здійснити інтегрування даних по території області з метою ефективного використання їх для розв'язання наукових і прикладних задач, пов'язаних з аналізом, інвентаризацією, прогнозуванням, експертизою та управлінням НПС [130]. Доцільно додати, що інформаційна платформа представляє собою сукупність вже обробленої та представленої в зручній для аналізу формі інформації у вигляді картографічного матеріалу, різноманітних звітів, зведених таблиць, графічного матеріалу та інших результатів попередньо проведеного дослідження. Вона являє собою принципово інший продукт вже оброблених даних, якісно вищий рівень представлення органічної єдності різнопланової інформації [131].

Суб'єктом, уповноваженим приймати рішення, не обов'язково виступає людина чи колектив. Із розвитком ІКТ певні рішення можуть прийматися автоматично, безпосередньо без участі людини, враховуючи закладені сценарні особливості розвитку певних процесів та явищ, з урахуванням досвіду прийняття відповідних рішень у минулому. Форма власності організації чи структури також не має істотного впливу, на процес прийняття рішення, що дає змогу узагальнити загальну схему самого процесу. Мається на увазі не сам процес подальшого узгодження прийнятого рішення, а лише важливість та однакова, незалежно від форми власності, значущість інформаційної складової на етапі його формування. Умовна схема

процесу інформаційної підтримки екологоорієнтованих проектів та рішень представлена на рис. 11.1.



Рисунок 11.1 – Умовна схема основних компонентів інформаційної підтримки в природоохоронній сфері.

Для формування більш чіткого уявлення яке саме місце посідає саме інформаційна складова в процесі прийняття рішення у сфері природокористування, доцільно розглянути деякі приклади. Отримання дозволу на будь-який вид економічної діяльності, що супроводжується негативним антропогенним впливом на НПС, потребує узгодження з регіональними складовими влади, а саме департаментами обласних державних адміністрацій у природоохоронній сфері. Для надання чи ненадання відповідних дозвільних документів державний орган повинен мати у своєму розпорядженні певну сукупність даних, яка і може вважатися інформаційною підтримкою подальшого, важливого в екологічному сенсі, рішення. Так ж ситуація простежується і для приватних структур, діяльність яких пов'язана з формуванням певних рішень, що мають безпосередній або опосередкований вплив на компоненти довкілля.

Основними функціями СППР є:

- надання допомоги користувачу при аналізі вихідної інформації (оцінці ситуації, умов і обмежень, що накладаються зовнішнім середовищем);
- виявлення і ранжування пріоритетів, урахування невизначеності в оцінках користувача і формування його переваг;
- генерація можливих рішень (формування списку альтернатив);
- оцінка можливих альтернатив, виходячи з переваг, і обмеження, що накладаються зовнішнім середовищем;
- аналіз можливих наслідків щодо прийнятих рішень;
- вибір пріоритетного варіанту.

Процедура прийняття рішень за допомогою СППР являє собою циклічний процес взаємодії людини і комп'ютера, що і включає фази аналізу і постановки завдання, фази пошуку і оптимізації альтернативних рішень, які реалізуються за допомогою комп'ютера. Сучасні системи підтримки прийняття рішень і інформаційні системи керівників вищого рівня управління засновані на застосуванні спеціалізованих інформаційних сховищ і технологій OLAP (On-Line Analytical Processing) - оперативного аналізу даних. Основне призначення OLAP-технологій - динамічний багатомірний аналіз даних, моделювання і прогнозування. За сучасних умов динамічності ринку, загострення конкуренції, комплексності управління бізнес-процесами до СППР ставляться такі вимоги:

- аналіз і інтеграція множини зовнішніх і внутрішніх джерел інформації;
- підвищення оперативності аналізу ефективності оптимізації застосування природних об'єктів і прогнозування їх розвитку;
- розширення кола осіб, що беруть участь в підготовці та прийнятті управлінських рішень;
- автоматизація здобуття знань про закономірності щодо розвитку ситуацій для прийняття своєчасних рішень та ін.

Для реалізації перелічених вимог широко використовуються інформаційні сховища (Data Warehouse), системи оперативного аналізу даних (OLAP) і інтелектуального аналізу даних (Data Mining).

Такі системи порівняно з традиційними системами аналізу і прогнозування, що базуються на застосуванні математичних моделей, експертних знань і статистичних методах, мають переваги в гнучкості й швидкості складання запиту та отриманні відповіді, доступності застосування, тому вони можуть використовуватися не тільки для обґрунтуванні стратегічних, але і прийнятті тактичних рішень [132].

Інформаційне сховище - це база узагальненої інформації, що формується з чисельних зовнішніх і внутрішніх джерел. На їх основі створюються статистичні угруповання і інтелектуальний аналіз даних. У порівнянні з базами даних для оперативної обробки транзакцій інформаційні сховища забезпечують більш гнучке і простіше формування довільних довідково-аналітичних запитів, а також застосування спеціалізованих методів статистичного та інтелектуального аналізу даних.

Підсистема зберігання даних являє собою багатовимірне сховище, організоване у виді:

- фізичної структури, в яку з певною періодичністю завантажуються дані з файлів-джерел, що належать до баз оперативних даних;
- віртуальної структури, яка динамічно використовується при запитах, що спричиняють фізичне маніпулювання з файлами-джерелами з реляційних баз даних (як надбудова над базами даних), забезпечуючи зручний інтерфейс користувача;
- гібридної структури, яка використовується при побудові багаторівневих інформаційних сховищ, що застосовуються на різних рівнях управління корпоративних інформаційних систем.

Підсистема метаінформації - це опис структури інформаційного сховища: склад показників, ієрархій агрегації вимірювань, форматів даних, що використовуються, функцій, фізичного розміщення на сервері, прав доступу користувачів, частоти оновлення.

Підсистема подання даних (організація їх вітрин даних) репрезентується предметно-орієнтоване сховище, як правило, агрегованої

інформації, призначене для використання групою користувачів в рамках конкретного виду діяльності.

Підсистема оперативного аналізу даних (OLAP) використовується особами, які забезпечують інформацію для прийняття рішень шляхом підготовки різних статистичних угруповань вихідних даних.

Підсистема інтелектуального аналізу даних (Data Mining) використовується спеціальною категорією користувачів-аналітиків, які на основі інформаційних сховищ виявляють закономірності в діяльності підприємства і на ринку, використовуючи в подальшому їх для обґрунтування стратегічних або тактичних рішень.

12 ОПИС МОДЕЛІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

Існує значна кількість алгоритмів, покладених в основу теорії прийняття рішень, проте рішення конкретних прикладних задач передбачає розробку методики, що враховує приватні особливості аналізованої інформації. Так, при вирішенні завдань екологічного характеру в переважній більшості випадків необхідний підхід, що дозволяє працювати з набором величин, що мають різні одиниці виміру і різний порядок.

Короткий опис використаної методики і відповідної СППР представлено нижче.

На першому етапі повинна бути сформована матриця X , що містить інформацію щодо повного набору характеристик, що описують розглянуті об'єкти і вектор A , що характеризує сукупність альтернативних шляхів використання, які можна застосувати до кожного з об'єктів.

$$\begin{array}{c}
 x_1 \quad x_2 \quad \dots \quad x_j \quad \dots \quad x_n \\
 X_1 \left(\begin{array}{cccccc} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_i & x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_m & x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{m3} & \dots & x_{mn} \end{array} \right), \\
 A (a_1 \quad a_2 \quad \dots \quad a_l \quad \dots \quad a_p),
 \end{array} \tag{1}$$

2.1)

(1
2.2)

де A – вектор, відповідний кожному з об'єктів, що аналізуються;

x_j – j -й показник, що характеризує кожен з розглянутих об'єктів;

a_l – l -я альтернатива поведінки з розглянутими об'єктами.

В результаті вирішення поставленого завдання з кожним з розглянутих об'єктів слід співвіднести оптимальне використання.

Оскільки всі показники x_{ij} мають різну розмірність і порядок, доцільно перейти до їх дискретної оцінки. Для цього пропонується позначити область визначення, що є єдиною для всіх показників. Далі привести все значення до дискретних значень:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{mj})}{c_j}, \quad (12.3)$$

$$\text{де } c_j = \frac{\max_i (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{mj}) - \min_i (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{ij}, \dots, x_{mj})}{\omega}.$$

Таким чином, в результаті отримуємо матрицю дискретних значень розглянутих показників:

$$\tilde{X} \begin{pmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1j} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2j} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{i1} & \tilde{x}_{i2} & \dots & \tilde{x}_{ij} & \dots & \tilde{x}_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mj} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{pmatrix}. \quad (12.4)$$

Основним принципом, на якому базується СППР, є чіткий вибір рішення з безлічі наявних альтернатив A . Завдання простору альтернатив, пов'язаних з використанням розглянутих об'єктів, можна наочно пояснити на прикладі 2-х мірної моделі (рис. 12.1). Для кожної з розглянутих характеристик існує діапазон оптимальних значень. Таким чином, в просторі формуються зони, яким відповідають оптимальні комбінації розглянутих показників.

Припустимо, що оптимальними значеннями для величини параметра x_1 є діапазон (x_a, x_b) , який зручно позначити через opt_1 а для величини параметра x_2 – діапазон (x_c, x_d) , позначений opt_2 . Тоді оптимальними є всі вектори, що потрапляють в безліч Q , відповідно до наведеного прикладу.

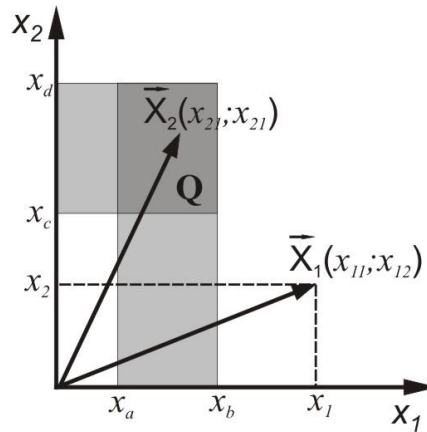


Рисунок 12.1 – Двомірне подання безлічі Q оптимальних рішень.

Слід також додати облік нерівнозначності розглянутих показників, що може бути досягнуто введенням відповідних вагових коефіцієнтів w_j , задовольняючих умові:

$$w = \sum_{j=1}^n w_j, \quad -1 < w < 1. \quad (1 \quad 2.5)$$

Таким чином, з огляду на діапазони оптимальних значень і вагові коефіцієнти, отримаємо:

$$\tilde{x}_{ij}^w = \begin{cases} \tilde{x}_{ij} w_j & \text{для } \tilde{x}_{ij} \in opt_j \\ 0 & \text{для } \tilde{x}_{ij} \notin opt_j \end{cases}. \quad (12.6)$$

Далі, можна перейти до матриці скоригованих (з урахуванням вагових коефіцієнтів) дискретних значень:

$$\begin{matrix} \tilde{X}^w_1 \\ \tilde{X}^w_2 \\ \dots \\ \tilde{X}^w_i \\ \dots \\ \tilde{X}^w_m \end{matrix} \begin{pmatrix} \tilde{x}^w_{11} & \tilde{x}^w_{12} & \dots & \tilde{x}^w_{1j} & \dots & \tilde{x}^w_{1n} \\ \tilde{x}^w_{21} & \tilde{x}^w_{22} & \dots & \tilde{x}^w_{2j} & \dots & \tilde{x}^w_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}^w_{i1} & \tilde{x}^w_{i2} & \dots & \tilde{x}^w_{ij} & \dots & \tilde{x}^w_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}^w_{m1} & \tilde{x}^w_{m2} & \dots & \tilde{x}^w_{m3} & \dots & \tilde{x}^w_{mn} \end{pmatrix}. \quad (12.7)$$

Набір вагових значень може відрізнитися для кожного з альтернативних шляхів використання, що дозволяє розрахувати p матриць. Для всіх рядків слід розрахувати сумарні значення, порівняння яких дозволить вибрати оптимальну схему використання.

Для l -ї матриці $S_{il} = (\sum_{j=1}^n \tilde{x}^w_{ij})_l$

$$\begin{matrix} a_1 & a_2 & & a_l & & a_p \\ \begin{pmatrix} S_{11} \\ S_{21} \\ \dots \\ S_{i1} \\ \dots \\ S_{m1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} S_{12} \\ S_{22} \\ \dots \\ S_{i2} \\ \dots \\ S_{m2} \end{pmatrix} & \dots & \begin{pmatrix} S_{1l} \\ S_{2l} \\ \dots \\ S_{il} \\ \dots \\ S_{ml} \end{pmatrix} & \dots & \begin{pmatrix} S_{1p} \\ S_{2p} \\ \dots \\ S_{ip} \\ \dots \\ S_{mp} \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (12.8)$$

Далі на підставі порядкового порівняння значень створюється вектор рішень R , що виділяє для кожного вектора X_i відповідну альтернативу r_i :

$$r_i = k \quad \text{якщо} \quad \max_i (S_{i1} \quad S_{i2} \quad \dots \quad S_{il} \quad \dots \quad S_{ip}) = S_{ik}. \quad (12.9)$$

Таким чином, в результаті отримуємо:

$$\begin{array}{c}
 R \\
 X_1 \\
 X_2 \\
 \dots \\
 X_i \\
 \dots \\
 X_m
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \left(\begin{array}{c}
 r_1 \\
 r_2 \\
 \dots \\
 r_i \\
 \dots \\
 r_m
 \end{array} \right)
 \end{array}
 , \text{ де } r_i = \overline{1, p} .
 \tag{1}
 \tag{2.10}$$

Отриманий вектор оптимальних рішень дозволить співвіднести з кожним об'єктом, найбільш оптимальний шлях використання:

$$\begin{array}{c}
 A \\
 X_1 \\
 X_2 \\
 \dots \\
 X_i \\
 \dots \\
 X_m
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \left(\begin{array}{c}
 a_{r_1} \\
 a_{r_2} \\
 \dots \\
 a_{r_i} \\
 \dots \\
 a_{r_m}
 \end{array} \right)
 \end{array}
 , \text{ де } r_i = \overline{1, p} .
 \tag{1}
 \tag{2.11}$$

13 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ГІС ІНСТРУМЕНТІВ І ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ

Необхідно мати уявлення щодо компонентів, які складають СППР, що у загальному виді представлено на рис. 13.1.

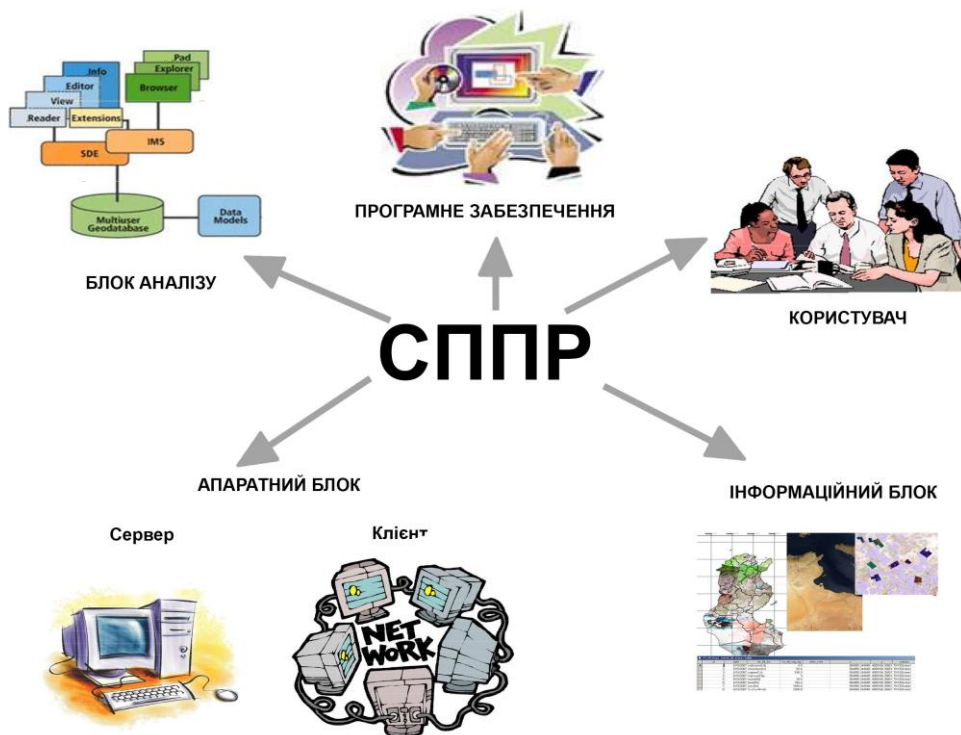


Рисунок 13.1 – Компоненти системи підтримки прийняття рішень.

На рис. 13.2 представлено вікно завантаження СППР, що вказує на логотип системи і відповідний лінк на авторський вебсайт.

Загальна схема з зазначенням інтегральних блоків представлена на рис. 13.3.

Блоки групи I представляють чотири вказані вище можливі формати вихідних даних, які будуть використані у розрахунках. На рис. 13.3 представлений скриншот вікна, вводу даних.

Перший формат статистичних даних надає можливість ручного вводу інформації у банк даних QGIS.



Рисунок 13.2 – Вікно завантаження СППР.

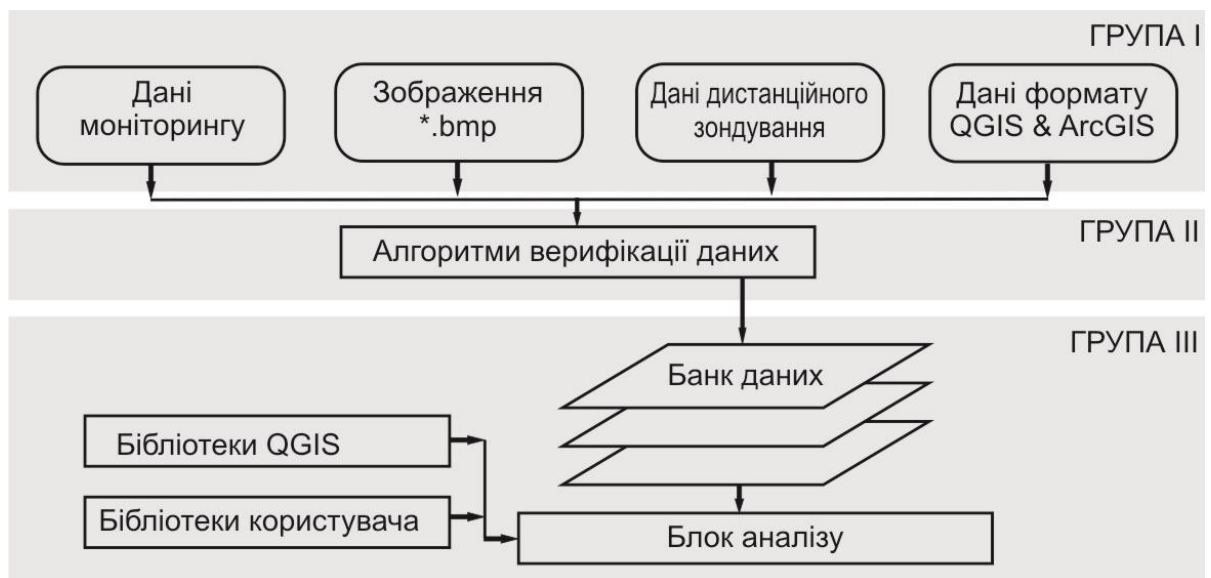


Рисунок 13.3 – Блок-схема основних елементів СППР.

Другий пропонує завантаження відсканованого растрового зображення у форматі bitmap та подальшого розпізнавання картинки із застосуванням алгоритмів бібліотеки з перетворенням у цифрову карту. На цьому етапі від користувача необхідно вказати розміри матриці зображення, область значення величини, що представлена відповідною картою, і кольорову палетку, що відповідає легенді.

Третій формат відповідає вводу супутникових зображень з зазначенням кількості каналів, що відповідають різним хвильовим характеристикам.

Четвертий пункт меню відповідає завантаженню готових банків даних у форматі проекту QGIS. У разі застосування проектів ArcGIS конвертування банку даних необхідно проводити сторонніми модулями, оскільки в рамках розробленої системи даний процес не передбачений.

Блок II. Наступним етапом є перевірка всіх даних на предмет узгодженості. У цей момент проводиться верифікація всього введеного картографічного матеріалу на предмет співпадання координатних прив'язок, систем координат, розмірів матриць растрових зображень. Одночасно графічний процесор, що застосований у СППР, може реалізовувати обробку багатьох шарів, що характеризують певну територію. У разі неузгодженості просторово-координованої інформації програма видає відповідне повідомлення (рис. 13.4).



Рисунок 13.4 – Повідомлення про неузгодженість просторово-координованої інформації.

Блоки групи III. Наступний крок залежить від типу проблеми, для вирішення якої буде застосована дана СППР. Таким чином на цьому етапі визначається структура геоінформаційної моделі, яка буде покладена у основу СППР, використання якої буде спрямоване на оптимізацію

використання довкілля (рис. 13.5). Тобто фактично обирається певна геоінформаційна модель:

- вказуються всі шари, результуючої карти, що будуть сформовані на базі вихідної інформації;
- підключаються базові бібліотеки аналізу пакету QGIS:
 - картометричні операції;
 - операції вибору;
 - операції просторового аналізу;
 - операції статистичного аналізу;
 - операції мережевого аналізу.
- підключаються авторські бібліотеки алгоритмів обробки просторово-координованої інформації (одна із розроблених моделей представлена у попередньому розділі).

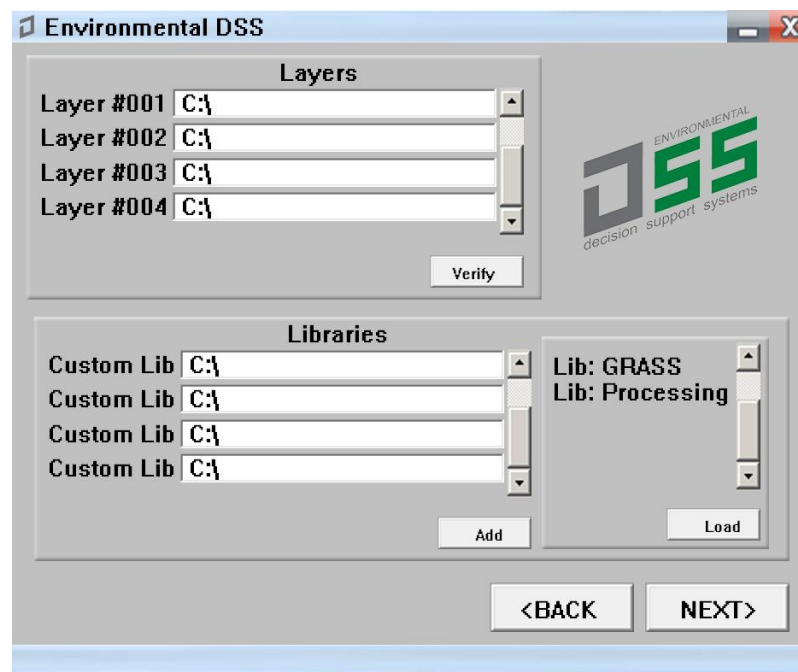


Рисунок 13.5 – Підключення необхідних вихідних даних і бібліотек аналізу.

Важливо зазначити, що розроблена СППР є масштабованою та надає можливість розширення функціоналу шляхом підключення нових бібліотек, а

також функції та методи об'єктів авторських бібліотек можуть застосовувати функції і об'єкти стандартних бібліотек.

Доступні наступні інструменти:

- математичні алгоритми картометричних операцій;
- математичні алгоритми статистичного аналізу;
- алгоритми матаналізу функцій (диференціальне і інтегральне числення);
- математична модель створення і розрахунку цільових функцій.

Так, наприклад при завантаженні у систему наступних карт, що характеризують рівні техногенного навантаження на різні компоненти довкілля (рис 13.6 – 13.9), можна вибрати алгоритм обробки, наприклад алгоритм кластерного аналізу [132], та отримати карту розподілу інтегрального рівня техногенного навантаження (рис. 13.10).



Рисунок 13.6 – Розподіл рівня техногенного навантаження на атмосферне повітря.

Апробація даної методики на об'єкті малого масштабу була виконана на прикладі територій, що прилягає до Тилигульського лиману, на предмет пошуку оптимального шляху їх використання в рекреаційних цілях. Тилигульський лиман розташований на кордоні Одеської і Миколаївської областей в досить густонаселеній і освоєній зоні

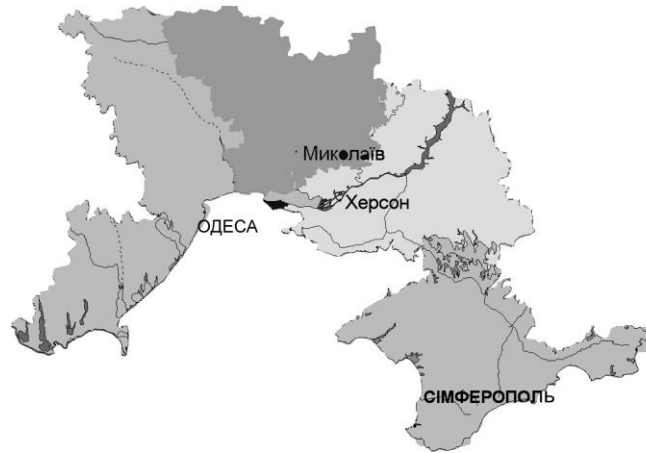


Рисунок 13.7 – Розподіл рівня техногенного навантаження на природні води.

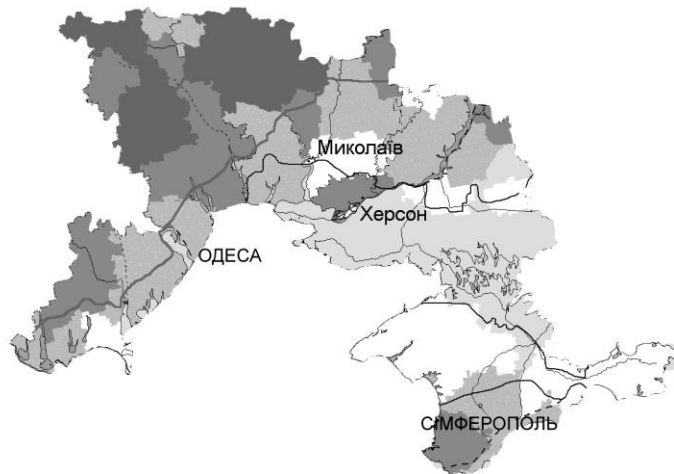


Рисунок 13.8 – Розподіл рівня техногенного навантаження на ґрунтовий покрив.

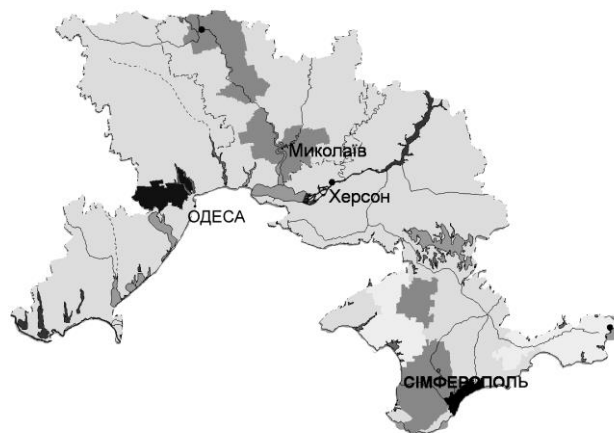


Рисунок 13.9 – Розподіл рівня техногенного навантаження, що обумовлений твердими промисловими і побутовими відходами.

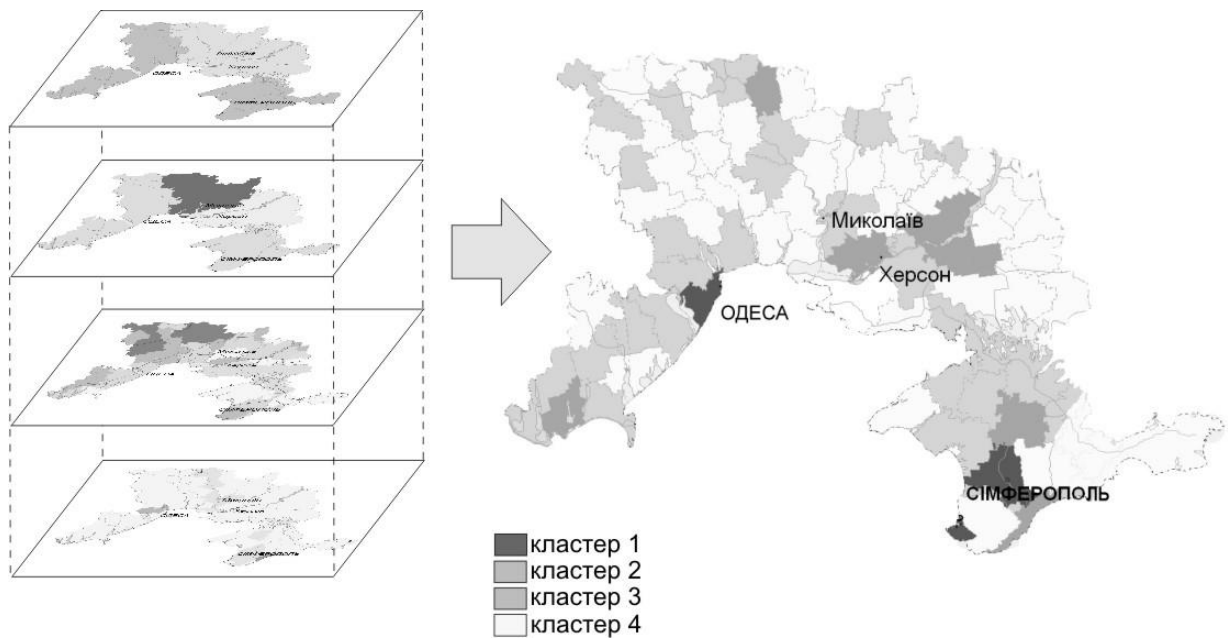


Рисунок 13.10 – Рівень диференціації території південних регіонів України за інтегральним рівнем техногенного навантаження.

Причорномор'я. Проте віддалення від великих населених центрів обумовлює відносно низький рівень техногенного впливу на стан природних систем, що свідчить про можливість розвитку рекреаційного сектора. Доцільність аналізу територіального розподілу рекреаційних ресурсів Тилігульського лиману обумовлюється тим, що він відноситься до числа найменш освоєних причорноморських лиманів.

Матриця вихідних даних була сформована наступним чином: кожному елементу (осередку растра) розглянутої території відповідав вектор X_i , координатами якого були показники, що характеризують цінність території з точки зору розвитку рекреаційної діяльності (табл. 13.1).

Оскільки аналізовані території характеризуються високою рекреаційної цінністю, вектор альтернатив був сформований, як представлено в табл. 13.2.

Обробка наявної інформації дозволило розрахувати вектор оптимальних рішень і побудувати карту диференціації території відповідно до доцільності їх використання (рис. 13.11).

Таблиця 13.1 – Показники, що характеризують цінність території з точки зору подальшого розвитку рекреаційної діяльності

X_i	Опис показника
x_{i1}	Якість пляжів
x_{i2}	Мінерально-грязьові ресурси
x_{i3}	Кліматичні умови
x_{i4}	Наявність абразійно-зсувних процесів
x_{i5}	Рівень техногенного навантаження на територію

Таблиця 13.2 – Опис вектора альтернатив поводження з територіями

A	Опис рекомендацій по застосуванню територій
a_1	Забезпечення охорони природних комплексів та окремих видів флори і фауни без здійснення будь-яких видів господарської діяльності
a_2	Розширення рекреаційного сектора
a_3	Використання територій в загальногосподарських цілях з дотриманням загальних вимог щодо охорони навколишнього середовища

Запропонована в рамках даного дослідження система підтримки прийняття рішень, заснована на комплексній методиці дискретної оцінки територій, дозволяє оперативно провести пошук найкращої з можливих альтернатив за допомогою аналізу сукупності неоднорідних показників.

Наведена апробація методики на прикладі територій, прилеглих до Тилигульського лиману, дозволила виділити найбільш пріоритетні зони для подальшого розвитку туристичного сектора, що може бути використано в якості підстави для подальшого планування розвитку туристичного сектора і раціонального використання рекреаційних ресурсів розглядаємої території.

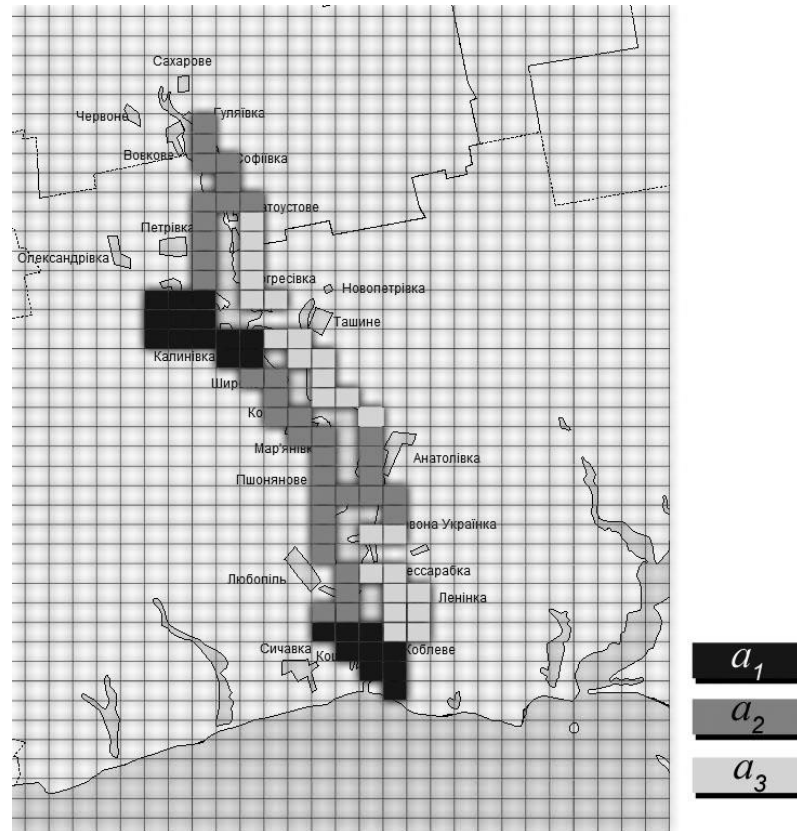


Рисунок 13.11 – Диференціації території відповідно до доцільності використання в рекреаційних цілях.

ВИСНОВКИ

Метою дослідження була комплексна оцінка стану та якості природного середовища досліджуваної території, де склалася складна екологічна ситуація, а також розробка складових геоінформаційної системи, що може бути застосована для систематизації інформації і аналізу рівня техногенного навантаження на довкілля на прикладі південних регіонів України, і розробка відповідного інформаційного банку просторово-координованих даних задля оптимізації використання природних ресурсів і подальшої оптимізації природоохоронної діяльності.

В результаті проведених досліджень виконано аналіз та оцінку якості повітряного басейну і техногенного навантаження на атмосферне повітря окремих південних регіонів України.

Було проаналізовано склад природних вод промислового району, розглянуто проблеми питного водопостачання Одеського регіону, виконано оцінку якості вод. Також проаналізовано зв'язок якості б'юветної питної води м. Одеса із показниками захворюваності.

Виконана екотоксикологічна оцінка застосування пестицидів на території Херсонської області і розглянуто вплив умов зрошення на накопичення радіонуклідів у сільськогосподарських рослинах.

Важливим результатом є визначення основних джерела ненавмисного утворення стійких органічних забруднювачів, визначення орієнтовні кількості речовин, що утворюються, при різних процесах.

Розглянуто питання комплексних екологічних досліджень проблеми утворення відходів, створення програми поводження з ТПВ.

Проаналізовано екологічні екстерналії використання туристично-рекреаційного потенціалу Одеського узбережжя, а також розглянуті питання впливу змін температурного режиму на рекреаційно-туристичну діяльність в різних регіонах України.

Оцінено можливі перспективи застосування ГІС інструментів в задачах природокористування, надано опис моделі ГІС інструментів для вирішення вказаних питань та наведено приклад реалізації ГІС інструментів у питаннях охорони навколишнього природного середовища.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Ленинград: Гидрометеоздат, 1985. 270 с.
2. Отчет о научно-исследовательской работе по теме «Разработать усовершенствованный комплексный метеорологический показатель рассеивающей способности атмосферы (на примере территории Западной Сибири). Новосибирск, 2014. 132 с.
3. Електронний ресурс: URL: http://geoknigi.com/book_view.php?id=1083 (дата звернення: 10.11.2015).
4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2012 р. Київ, 2013. 416 с.
5. Патраман Х.С., Чугай А.В. Забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я формальдегідом // Галузеві проблеми екологічної безпеки. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів. Харків: ХНАДУ, 2015. С. 68 – 69.
6. Патраман Х.С., Чугай А.В. Забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я окремими специфічними домішками // Тези науково-практичної конференції Всеукраїнського студентського конкурсу з галузі «Екологія та екологічна безпека». Полтава: ПолтНТУ ім. Ю. Кондратюка, 2016. С. 27.
7. Чугай А.В., Патраман Х.С. Аналіз забруднення повітряного басейну міста Херсон специфічними домішками // Проблеми екології та енергозбереження в суднобудуванні. Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК ім. адм. Макарова, 2016. С. 226 – 228.
8. Чугай А.В., Боровська Г.О., Патраман Х.С. Забруднення атмосферного повітря окремих міст прибережної зони Північно-Західного

- Причорномор'я фтористим воднем // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. 2016. № 1 (19). С. 16 – 22.
9. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2014 році. Одеса, 2015. 250 с.
 10. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2015 році. Одеса, 2016. 180 с.
 11. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Одеській області у 2013 р. Одеса, 2014. 257 с.
 12. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2014 році. Миколаїв, 2015. 215 с.
 13. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2015 році. Миколаїв, 2016. 228 с.
 14. Екологічний паспорт Миколаївської області за 2015 рік. Миколаїв, 2016. 134 с.
 15. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області у 2014 році. Херсон, 2015. 291 с.
 16. Екологічний паспорт Херсонської області за 2015 рік. Херсон, 2016. 166 с.
 17. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. 116 с.
 18. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) / Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 9 липня 1997 р. № 201.
 19. Чугай А.В., Колісник А.В., Демяненко О.В., Романенко С.Е. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я // Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. Сер. «Екологія». 2015. Вип. 13. С. 91 – 97.
 20. Чугай А.В., Патраман Х.С. Дослідження впливу вмісту оксиду вуглецю на вміст формальдегіду в атмосферному повітрі / Збірник тез доповідей

- XIV Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екологічної безпеки». Кременчук: КНУ ім. М. Остроградського. С. 120.
21. Електронний ресурс: URL: <http://ecolog.at.ua> (дата звернення: 2.05.2017 р.).
 22. Електронний ресурс: URL: <http://www.od.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 2.04.2017).
 23. Шатохіна І.В., Чугай А.В. Характеристика антропогенного навантаження на повітряний басейн Одеської області // Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів». Рубіжне: ІХТ СНУ ім. В. Даля, 2017. С. 92 – 94.
 24. Електронний ресурс: URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 2.04.2017).
 25. Електронний ресурс: URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Адміністративний_устрій_Одеської_області (дата звернення: 8.09.2017 р.).
 26. Боевая Л. В. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Ростов-на-Дону: Росгидромет. 2009. 1044 с.
 27. Водний фонд України. Довідковий посібник // За ред. Хорєва В.М., Алієва К.А. Київ: Ніка-Центр, 2001. 392 с.
 28. Никаноров А.М. Научные основы мониторинга качества вод. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат. 2005. 576 с.
 29. Косицкий А.Г. К проблеме выделения малых рек // Малые реки: Современное экологическое состояние, актуальные проблемы. Международная научная конференция. Тольятти, 2001. С. 104 – 106.
 30. W.I. Peleschenko, W.I. Osadtschi, W.N. Sawizki, W.W. Greben, I.A. Schewtschuk. Die Besonderheitender Verteilungvon Schwermetallender Donau // Limnologische Berichte Der Tagungder Internationale Arbeitsge-meinschaft Donauforschung. Kiew, 1991. P. 162–166.

31. Екологічний паспорт Одеської області за 2015 р. Електронний ресурс:
URL:
http://www.menr.gov.ua/docs/protection1/odeska/Odeska_ekopasport_2015.pdf (дата звернення: 3.01.2017 р.).
32. ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання». Електронний ресурс: URL:
<http://library.dstu.education/indexing.php?r2=108175> дата звернення: 4.01.2017 р.).
33. Одеська міська програма раціонального використання і зберігання питної води, поліпшення водопостачання населення «Чиста вода» (на період з 2001 р. по 2006 р.) / Додаток до рішення міської ради № 2142-XXIII від 17.04.2001 р. Одеса, 2001. 64 с.
34. Полищук А.А., Гольцов В.И., Войтенко О.Ю. О качестве питьевой воды г. Одессы // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. 2005. Вип. 19. С. 19 – 23.
35. Петренко Н.Ф., Созінов О.К., Власюк Г.В., Опанасенко В.М. Гігієнічна оцінка комбінованого застосування мембранних та озонсорбційних методів очищення та знезараження води, що використовуються на бюветних комплексах м. Одеси // Причорноморський екологічний бюлетень. 2012. № 4 (46) (грудень). С. 160 – 170.
36. Иванов А.В., Тафеева Е.А., Давлетова Н.Х., Вавашкин К.В. Современные представления о влиянии качества питьевой воды на состояние здоровья населения // Вода: химия и экология. 2012. № 3. С. 48 – 53.
37. Гарднер М. Мягкая вода и болезни сердца? // Здоровье и окружающая среда. Пер. с англ. Долецкого А.С. Под ред. Ленихена Дж., Флетчера У. Москва: Мир, 1979. 232 с.

38. Козишек Ф. Последствия для здоровья, возникающие при употреблении деминерализованной питьевой воды // *Материалы встречи экспертов ВОЗ «Нутриенты в питьевой воде»*. Женева: ВОЗ, 2005.
39. Ворохта Ю.М. Гігієнічна оцінка впливу мінерального складу питних вод на здоров'я населення: дисертація канд. мед. наук: 14.02.01 // *Одеський державний медичний університет*. – Одеса: 2007. 125 с.
40. Сафранов Т.А., Полищук А.А., Волков А.И., Гусева Е.Д., Конькова А.И., Ярчук Ю.А. Физиологическая полноценность минерального состава питьевых вод Одесской агломерации // *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2013. Вип. 15. С. 5 – 16.
41. Сафранов Т.А., Гусева К.Д., Поліщук А.А., Гольцов В.І., Шаніна Т.П., Бояринцев Є.Л. Якість джерела централізованого водопостачання Одеської промислової агломерації // *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2011. Вип. 11. С. 3 – 16.
42. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною: ДСанПіН 2.2.4-171-10. Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 12.05.2010 р., № 400. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 01 липня 2010 р. за № 452/17747. Київ: МОЗ України. 2010. 36 с.
43. Барановский В., Пироженко К., Шевченко В. Медико-экологический атлас Украины. Вып. 1. Киев: Издательство газеты «Зелений світ» и института географии НАН Украины, 1995. 32 с.
44. Гайнріх Д., Гергт М. Екологія: dtv – Atlas: Пер. з 4-го нім. вид. Київ: Знання-Прес, 2001. 287 с.
45. Пестициди і технічні засоби їх застосування: навч. посібник // За ред. Свтушенка М.Д., Марютіна Ф.М. Харків, 2001. 349 с.
46. Прохоров В.М. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. Физико-химические механизмы и моделирование. Москва: Энергоиздат, 1981. 98 с.
47. Прохоров В.М. Математическая модель поглощения элементов

- растениями из почвы //Агрохимия. 1970. № 7. С. 126 – 135.
48. Сельскохозяйственная радиоэкология // Под ред. Алексахина Р.М. и Корнеева Н.А. Москва: Экология, 1991. 297с.
 49. Полевой А.Н. Моделирование процесса формирования продуктивности зерновых культур в условиях радиоактивного загрязнения агроэкосистем // Метеорология и гидрология. 1983. Вып. 12. С. 97 – 105.
 50. ДСТУ 3041–95. Гідросфера. Використання і охорона води. Держстандарт України, 1995. 44 с.
 51. Трегер Ю.А. Стойкие органические загрязнители. Проблемы и пути их решения // Вестник МИТХТ. 2007. № 5. С. 87 – 95.
 52. Статистичний щорічник Одеської області за 2012 рік. Одеса, 2013. 520 с.
 53. Копытов В.В. Газификация конденсированных топлив: ретроспективный обзор, современное состояние дел и перспективы развития. Электронный ресурс: URL: <http://su0.ru/QFrK> (дата звернення: 5.11.2016 р.).
 54. Инженерный справочник. Электронный ресурс: URL: <http://www.dpva.info/> (дата звернення: 4.12.2016 р.).
 55. Руководство ЕМЕП/ЕАОС по инвентаризации выбросов 2013 / Троицки, П. Колман та ін. Электронный ресурс: URL: <https://su0.ru/Z1Ni> (дата звернення: 4.12.2016 р.).
 56. Перевод в условное топливо // Синергия опыта и технологий Винсер-аудит. Электронный ресурс: URL: http://www.vinser-audit.ru/fuel_calc (дата звернення: 4.12.2016 р.).
 57. Методическое указание по выявлению и количественной оценке диоксинов и фуранов. Электронный ресурс: URL: <https://su0.ru/NqA3> (дата звернення: 4.12.2016 р.).
 58. Каталог предприятий Одесской области // УКРПРОМ. Электронный ресурс: URL: <http://odessa.ukr-prom.com/> (дата звернення: 10.02.2017 р.).
 59. Википедия. Свободная энциклопедия // Одесский цементный завод. Электронный ресурс: URL: <http://su0.ru/G3TS> (дата звернення: 10.02.2017 р.).

60. Продаж будівельно-оздоблювальних матеріалів: ТзОВ «Дукат ЛВ». Електронний ресурс: URL: <https://su0.ru/Z27L> (дата звернення: 15.02.2017 р.).
61. Методика расчета нормативов образования отходов при производстве кирпича, железобетонных изделий, извести, асфальта // Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Республики Татарстан. Електронний ресурс: URL: <http://docs.cntd.ru/document/917011738> (дата звернення: 15.02.2017 р.).
62. Головне управління статистики в Одеській області. Електронний ресурс: URL: <http://od.ukrstat.gov.ua/index.html> (дата звернення: 15.02.2017 р.).
63. Капушко М.О. и др. О выбросах загрязняющих веществ в атмосферу на асфальтобетонных заводах // Интернет-вестник ВолГАСУ. Сер.: Строит. информатика. 2012. Вып. 8 (24). Електронний ресурс: URL: <https://su0.ru/FTX2> (дата звернення: 20.01.2017 р.).
64. Методика расчета выбросов вредных веществ от предприятий дорожно-строительной отрасли, в том числе от асфальтобетонных заводов // Приложение № 12 к приказу Министра охраны окружающей среды Республики Казахстана от 18.04.2008 № 100-п. Електронний ресурс: URL: <https://su0.ru/BCJg> (дата звернення: 20.01.2017 р.).
65. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2012 рік // Інформаційний портал Благоустрій. INFO. Електронний ресурс: URL: <https://su0.ru/Sj1d> (дата звернення: 20.01.2017 р.).
66. Баль В.В., Верейн Е.Л. Технология рыбных продуктов и технологическое оборудование. Москва: Агропромиздат, 1990. Електронний ресурс: URL: <https://su0.ru/P099> (дата звернення: 20.01.2017 р.).
67. Головкин С.И., Коперин И.Ф., Найденов В.И. Энергетическое использование древесных отходов. Електронний ресурс: URL: <http://boiler-wood.ru/ash-wood.html> (дата звернення: 20.01.2017 р.).
68. Кремація в Києве, Харківі і Одесі. Електронний ресурс: URL:

- <https://su0.ru/FXGR> (дата звернення: 20.01.2017 р.).
69. Число курильщиков в Украине стабилизировалось. Электронный ресурс: URL: <https://su0.ru/Ebw6> (дата звернення: 16.03.2017 р.).
70. Количество курящих в Украине сократилось // ЛигаБизнес. Электронный ресурс: URL: <https://su0.ru/Ue5F> (дата звернення: 16.03.2017 р.).
71. Шелепчиков А.А. Загрязнения окружающей среды полихлорированными дибензо-п-диоксинами и диоксиноподобными веществами // Лаборатория аналитической экотоксикологии. Электронный ресурс: URL: <http://www.dioxin.ru/history/dioxin-info.htm> (дата звернення: 16.03.2017 р.).
72. Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления. Москва: Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды, 1999. 65 с.
73. Николаенко Е.В., Авдин В.В., Сперанский В.С. Проектирование очистных сооружений канализации. Учебное пособие. Челябинск, 2006. Электронный ресурс: URL: <https://su0.ru/VoG3> (дата звернення: 20.03.2017 р.).
74. Юфит С.С. Стойкие органические загрязнители – «грязная дюжина». Электронный ресурс: URL: <https://su0.ru/WsAP> (дата звернення: 20.03.2017 р.).
75. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 5: Waste. Электронный ресурс: URL: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html> (дата звернення: 17.01.2017 р.).
76. Приходько В.Ю. Комплексная оценка состояния окружающей природной среды и экологической ситуации на основе экоиндикаторов // Вопросы географии и геоэкологии. 2015. № 3. С. 29 – 37.
77. Environment monographs № 83: OECD core set of indicators for environmental performance reviews. Paris: OECD, 1993. 38 p.

78. Towards an urban atlas: assessment of spatial data on 25 European cities and urban areas // C. Lavalle, L. Demicheli, M. Kasanko and oth. Copenhagen: EEA, 2002. 131 p.
79. Директива 2008/98/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 19 листопада 2008 р. про відходи та скасування окремих Директив // Офіційний вісник ЄС, L 312, 22 листопада 2008 р. С. 3 – 30.
80. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2015 рік. Електронний ресурс: URL: <http://blagoustriy.info/statistics/35/show/> (дата звернення: 12.02.2017 р.).
81. Сафранов Т. А., Приходько В. Ю., Шаніна Т. П. Проблема розміщення відходів на звалищах та полігонах Одеської області // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. 2016. Вип. 14. С. 83 – 90.
82. Статистика / Відходи. Електронний ресурс: URL: <http://blagoustriy.info/statistics/categories/1/> (дата звернення: 12.02.2017 р.).
83. Екологічний паспорт Херсонської області, 2015 рік. Електронний ресурс: URL: http://www.menr.gov.ua/docs/protection1/khersonska/Hersonska_Ekopasport_2015.ppdf (дата звернення: 12.02.2017 р.).
84. Непряхина Н. Производителей соединят в кластер для реализации инновационных проектов // Газета «Ъ» Украина. Електронний ресурс: URL: <http://www.kommersant.ru/doc/1019143> (дата звернення: 19.06.2017 р.)
85. Концепція створення кластерів в Україні від 29.08.2008 р. (проект) / Міністерство економіки України. Електронний ресурс: URL: http://www.me.gov.ua/control/uk/publish/printable_article?art_id=121164 (дата звернення: 19.06.2017 р.)
86. Кащук И.В. Формирование региональных отраслевых кластеров на основе комплексной модели оценки качества сырья и производственной

- продукции // Известия Томского политехнического университета. 2010. Т. 317. № 6. С. 51 – 56.
87. Українські кластери. Електронний ресурс: URL: <http://ucluster.org/> (дата звернення: 19.06.2017 р.).
88. Коценко Е.Ф. Семиног Ю.А. Кластерная политика – важная составляющая региональной политики в развитии социальных и экономических систем Украины // Актуальные вопросы экономического развития: теория и практика: сб. науч. статей / ГГУ им. Ф. Скорины. 2014. Вып. 3. Часть 2. С. 168 – 170.
89. Инновационное развитие регионов Беларуси и Украины на основе кластерной сетевой формы // Под. ред. Соловьева В.П., Вертинской Т.С. Минск: Беларуская навука, 2015. 391 с.
90. Сафранов Т.А., Губанова О.Р., Шанина Т.П., Приходько В.Ю. Кластерна модель поводження з твердими муніципальними відходами // Економічний простір: збірник наукових праць. 2013. № 76. С. 243 – 259.
91. Коновалова А.Е., Толмачева О.И. Формирование региональных отраслевых кластеров как важнейший этап создания инновационной экономики / IV Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум», 2012. Електронний ресурс: URL: <http://www.rae.ru/forum2012/pdf/2474.pdf> (дата звернення: 20.05.2017 р.).
92. Сафранов Т.А., Губанова Е.Р., Шанина Т.П. Принципы обращения и управления потоками твердых бытовых отходов в Одесской агломерации // Вісник Одеського державного екологічного університету. 2005. № 1. С. 5 – 11.
93. Шанина Т.П., Губанова О.Р., Сафранов Т.А. Спосіб утилізації твердих побутових відходів: пат. на корисну модель Україна. № 53606; опубл. 11.10.2010. Бюл. № 19.
94. Филоненко В.В. Современные тенденции развития российского рынка туристских услуг в контексте сервисизации мировой экономики //

- Сервис в России и за рубежом. 2014. № 6. С. 125 – 132.
95. Чернявская Н.В. Причины возникновения и экономическая сущность экологических экстерналий. Электронный ресурс: URL: <http://www.konspekt.biz/index.php?text=590> (дата звернення: 10.10.2017 р.).
 96. Кравців В.С., Гринів Л.С., Копач М.В., Кузик С.П. Науково-методичні засади реформування рекреаційної сфери. Наукове видання. Львів: НАН України. ІРД НАН України. 1999. 78 с.
 97. Донченко Л.М. Оцінка пляжних ресурсів для рекреаційного використання на прикладі Запорізького Приазов'я // Географія і сучасність: Зб. наук. праць НПУ ім. М.П. Драгоманова. 2005. Вип. 13. С. 129 – 135.
 98. Пенчук В.О., Даценко В.М., Юрченко О.М., Гололобов Б.Д. Уточнення концепції ефективної експлуатації технологій та обладнання для утилізації твердих побутових відходів у курортних містах України // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. 2010. Вип. 3. С. 167 – 175.
 99. Скляр Г.П., Карпенко Н.М. Рекреаційно-туристична привабливість регіону: екологічний та інвестиційний аспекти // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. 2012. № 2 (53). С. 23.
 100. Шевченко О.Г. Вплив погодно-кліматичних чинників на туристичну галузь // Географія та туризм. 2012. Вип. 23. С. 35 – 41.
 101. Endler Ch., Matzarakis A. Climatic potential for tourism in the Black Forest, Germany // Winter Season International Journal of Biometeorology. 2011. Vol. 55. P. 339 – 351.
 102. Фоменко Н.М. Рекреаційні ресурси та курортологія: навчальний посібник. Київ: Центр навч. л-ри, 2007. 312 с.
 103. Ветрова Н.М. Рекреационная специализация региона: экологические параметры // Экономика и управление. 2011. № 3. С. 21 – 24.
 104. Кузик С.П. Географія туризму: навчальний посібник. Київ: Знання, 2011.

271 с.

105. Amiranashvili A.G., Matzarakis A., Kartvelishvili L.G. Tourism climate index in Batumi // Modern problems of using of health resort resources – collection of scientific works of international conference, Sairme, June 10-13, 2010. P. 116 – 121.
106. Mieczkowski Z. The tourism climate index: A method for evaluating world climates for tourism // The Canadian Geographer. 1985. Vol. 29. P. 220 – 233.
107. The Travel & Tourism Competitiveness Report 2011. Beyond the Downturn // World Economic Forum. Geneva, Switzerland, 2011. 531 p.
108. Ходаков В.Е., Соколова Н.А., Чёрный С.Г. Влияние природно-климатических факторов на социально-экономические и производственные системы. Херсон: Грінь Д.С., 2012. 354 с.
109. Гандин Л.С. Объективный анализ метеорологических полей. Ленинград: Гидрометеиздат, 1963. 286 с.
110. Дідух Я.П. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії // Вісник Національної академії наук України. 2009. № 2. С. 33 – 44.
111. Серeda К. Изменение климата (Украина): ожидания, прогнозы, перспективы. Электронный ресурс: URL: http://awsassets.panda.org/downloads/kirill_sereda.pdf (дата звернення: 10.05.2017 р.).
112. Іванюта С.П. Адаптація до змін в Україні: проблеми і перспективи. Аналітична записка. Електронний ресурс: URL: <http://www.niss.gov.ua/articles/2223> (дата звернення: 5.06.2017 р.).
113. IS-ENES climate4impact portal. Електронний ресурс: URL: <http://climate4impact.eu> (дата звернення: 10.02.2017 р.).
114. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: монографія // За ред. Степаненка С.М., Польового А.М. Одеса: Екологія, 2011. 696 с.

115. Бейдик О.О. Рекреаційно-туристські ресурси України: методологія та методика аналізу, термінологія, районування: монографія. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2001. 395 с.
116. Касьяненко В.О., Руденко В.О. Розвиток інформаційних систем управління екологічними процесами // Вісник СумДУ. Серія Економіка. 2009. № 1. С. 35 – 43.
117. Попов А.Л. Системы поддержки принятия решений: учебно-метод. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. ун-т, 2008. 80 с.
118. National Forum on Education Statistics. Forum Guide to Decision Support Systems // A Resource for Educators - Washington, DC: National Center for Education Statistics, 2006. 34 p.
119. Захарова А.А. Система поддержки принятия решений о стратегии инновационного развития региона. Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2011. 144 с.
120. Ундозерова А.Н., Панкратов С.Д. О подходах к решению проблем преодоления неоднородности источников структуры данных в интегрированных распределенных системах обработки информации // Информационная поддержка принятия решений при управлении социальными и природно-производственными объектами: материалы междунар. науч.-технич. конф. 24-25 марта 2011 г. Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет. С. 114 - 119.
121. Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007 – 2015 роки: Закон України від 09.01.2007 р. № 537-V // Відомості Верховної Ради України. 2007. № 12. С. 102.
122. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року: Закон України від 21.12.2010 р. № 2818-VI // Відомості Верховної Ради України. 2011. № 26. С. 1284.
123. Breckling B., Middelhoff U. and Reuter H. Individual-based models as tools for ecological theory and applications: understanding the emergence of organizational properties in ecological systems // Ecological Modelling 194,

- Issues 1-3 (Mar) - Porto: FEUP, 2006. P. 102 - 113.
124. Yuriy I. Dreizis, Irina V. Grigoryan, Vladimir V. Kovalenko. Design of Multidimensional Database (MBD) for DSS in Problems of Environmental Management // European Researcher. 2012. Vol. 20, № 5 - 1. P. 590 - 593.
 125. Durgaprasad J., Subba P. Rao. Handling of Uncertainty for Modelling of Risk for Development of a DSS // Environmental Knowledge for Disaster Risk Management. International Conference. 10-11 May, 2011. Delhi, India: NIDM-GIZ. - P. 19.
 126. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. Москва: «Мысль», 1990. 639 с.
 127. Про інформацію: Закон України від 02.10.1992 р. № 2657-XII // Відомості Верховної Ради України . 1992. № 48. С. 650.
 128. Світличний О.О. Геоінформаційні системи в екології (конспект лекцій). Одеса: ОДЕКУ, 2004. 70 с.
 129. Сивак О. Застосування ГІС у регіональному проектуванні // Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. 2007. № 54. С. 55 – 56.
 130. Junqing Liang and other. The Research of the Digital Environmental Protection Intellectualization Platform // Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology. 2012. № 4 (16). P. 2672 – 2676.
 131. Волков А.І. Геоінформаційні моделі і системи підтримки прийняття рішень оцінки та контролю рівня техногенного навантаження на довкілля. Одеса: ТЕС, 2016. 150 с.
 132. Школьний Є.П., Лоєва І.Д., Гончарова Л.Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації: підручник. Київ: Міносвіти України, 1999. 600 с.